

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

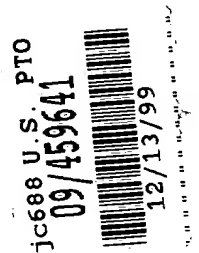
1 9 9 9 年 9 月 6 日

出 願 番 号
Application Number:

平成 1 1 年 特 許 願 第 2 5 2 2 2 7 号

出 願 人
Applicant (s):

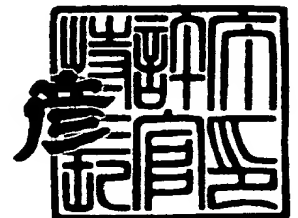
シャープ株式会社



1 9 9 9 年 1 0 月 8 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出 証 番 号 出 証 特 平 1 1 - 3 0 6 8 0 7 5

【書類名】 特許願

【整理番号】 99J02283

【提出日】 平成11年 9月 6日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 H01L 27/14
H01L 31/00

【発明の名称】 二次元画像検出器およびその製造方法

【請求項の数】 12

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区长池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 和泉 良弘

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区长池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 寺沼 修

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100080034

【弁理士】

【氏名又は名称】 原 謙三

【電話番号】 06-6351-4384

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成10年特許願第355119号

【出願日】 平成10年12月14日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003229

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003082

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 二次元画像検出器およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

格子状に配列された電極配線と、各格子点ごとに設けられた複数のスイッチング素子と、該スイッチング素子を介して該電極配線に接続される画素電極とからなる画素配列層を含むアクティブマトリクス基板と、

該画素配列層のほぼ全面に対向して形成される電極部と、該画素配列層および該電極部の間に形成される光導電性を有する半導体層とを含む対向基板とを備えており、

これら両基板が、該アクティブマトリクス基板の画素配列層と、該対向基板の半導体層とが対向するように配置されるとともに、該画素電極に対応してパターン形成された導電性および接着性を有する導電接続材によって接続されており、

さらに、これら両基板の間隙に、両基板の間隔を保持する間隔保持材がパターン形成されていることを特徴とする二次元画像検出器。

【請求項 2】

上記間隔保持材は、上記導電接続材を囲むように格子状に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の二次元画像検出器。

【請求項 3】

上記間隔保持材は、電気絶縁性を有する材料によって形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の二次元画像検出器。

【請求項 4】

上記間隔保持材は、上記導電接続材の接続工程の熱圧着環境下において、該導電接続材より高い硬度を有するように設定されていることを特徴とする請求項 1 から 3 の何れかに記載の二次元画像検出器。

【請求項 5】

上記間隔保持材は、感光性を有する樹脂材料よりなっていることを特徴とする請求項 1 から 4 の何れかに記載の二次元画像検出器。

【請求項 6】

上記間隔保持材は、電気絶縁性を有する樹脂材料中に、電気絶縁性を有する補助材またはフィラーの混入されたものであることを特徴とする請求項 1 から 5 の何れかに記載の二次元画像検出器。

【請求項 7】

格子状に配列された電極配線と、各格子点ごとに設けられた複数のスイッチング素子と、該スイッチング素子を介して該電極配線に接続される画素電極とからなる画素配列層を含むアクティブマトリクス基板、および、該画素配列層のほぼ全面に対向して形成される電極部と、該画素配列層および該電極部の間に形成される光導電性を有する半導体層とを含む対向基板のうち、どちらか一方の基板上に、該画素電極に対応して導電性および接着性を有する導電接続材をパターン形成する第一の工程と、

他方の基板上に、電気絶縁性を有し、両基板の間隔を保持する間隔保持材を該導電接続材を囲むように格子状にパターン形成する第二の工程と、

両基板を、該アクティブマトリクス基板の画素配列層と、該対向基板の半導体層とが対向するように配置する第三の工程と、

両基板を、該導電接続材を介して接続して貼り合わせる第四の工程とを含んでいることを特徴とする二次元画像検出器の製造方法。

【請求項 8】

格子状に配列された電極配線と、各格子点ごとに設けられた複数のスイッチング素子と、該スイッチング素子を介して該電極配線に接続される画素電極とからなる画素配列層を含むアクティブマトリクス基板、および、該画素配列層のほぼ全面に対向して形成される電極部と、該画素配列層および該電極部の間に形成される光導電性を有する半導体層とを含む対向基板のうち、どちらか一方の基板上に、電気絶縁性を有し、両基板の間隔を保持する間隔保持材と、該画素電極に対応して導電性および接着性を有する導電接続材との両者をパターン形成する第一の工程と、

両基板を、該アクティブマトリクス基板の画素配列層と、該対向基板の半導体層とが対向するように配置する第二の工程と、

両基板を、該導電接続材を介して接続して貼り合わせる第三の工程とを含んで

いることを特徴とする二次元画像検出器の製造方法。

【請求項 9】

前記導電接続材および前記導電接続材における少なくとも一方のパターン形成を、感光性樹脂シートに対する貼付工程とフォトリソグラフィ工程とによって行うことを特徴とする請求項 7 または 8 記載の二次元画像検出器の製造方法。

【請求項 10】

前記アクティブマトリクス基板と対向基板とを貼り合わせる前においては、導電接続材が間隔保持材よりも高くなるように、これら導電接続材および間隔保持材をパターン形成するように設定されていることを特徴とする請求項 7 または 8 記載の二次元画像検出器の製造方法。

【請求項 11】

複数の画素を有する画素配列層を備えた画素基板と、入射光に応じて電荷を発生する光導電層を備えた対向基板とを有する二次元画像検出器において、

画素配列層における各画素に対応して設けられ、画素配列層と光導電膜とを電気的に接続する導電接続材と、

上記両基板の間隔を保持する間隔保持材とを備えていることを特徴とする二次元画像検出器。

【請求項 12】

複数の画素を有する画素配列層を備えた画素基板と、入射光に応じて電荷を発生する光導電層を備えた対向基板とを有する二次元画像検出器の製造方法において、

上記両基板のいずれか一方に、画素配列層の画素に対応させて導電接続材を形成する接続材形成工程と、

上記両基板のいずれか一方に、両基板の間隔を保持する間隔保持材を形成する保持材形成工程と、

上記両基板を、画素配列層と半導体層とを対向させるように貼り合わせる貼り合わせ工程とを含むことを特徴とする二次元画像検出器の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、X線等の放射線、可視光、赤外光等の画像を検出できる二次元画像検出器、およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、放射線の二次元画像検出器として、X線を感知して電荷（電子－正孔）を発生する半導体センサを二次元状に配置し、これらのセンサにそれぞれ電気スイッチを設けて、各行ごとに電気スイッチを順次オンにして各列ごとにセンサの電荷を読み出すものが知られている。

【0003】

このような放射線二次元画像検出器については、「D.L.Lee,et al., “A New Digital Detector for Projection Radiography”,Proc.SPIE,Vol.2432,Physics of Medical Imaging,pp.237-249,1995」、「L.S.Jeromin,et al., “Application of a-Si Active-Matrix Technology in a X-Ray Detector Panel”,SID(Society for Information Display) International Symposium,Digest of Technical Papers,pp.91-94,1997」、および特開平 6 - 3 4 2 0 9 8 号公報等の文献に、具体的な構造や原理が記載されている。

【0004】

以下、図 1 0 および図 1 1 を用いて、上記従来の放射線二次元画像検出器の構成および原理について説明する。図 1 0 は、上記放射線二次元画像検出器の構造を模式的に示した斜視図である。図 1 1 は、1 画素当たりの構成を模式的に示した断面図である。

【0005】

図 1 0 および図 1 1 に示すように、上記放射線二次元画像検出器は、ガラス基板 5 1 上に X Y マトリクス状の電極配線（ゲート電極 5 2 およびソース電極 5 3）、T F T（薄膜トランジスタ）5 4、電荷蓄積容量（C s）5 5 等が形成されたアクティブマトリクス基板 5 0 を備えている。また、上記アクティブマトリクス基板 5 0 上には、そのほぼ全面に、光導電膜 5 6、誘電体層 5 7 および上部電極 5 8 が形成されている。

【0006】

上記電荷蓄積容量55は、Cs電極59と、上記TFT54のドレイン電極に接続された画素電極60とが、絶縁膜61を介して対向している構成である。

【0007】

上記光導電膜56は、X線等の放射線が照射されることで電荷が発生する半導体材料が用いられる。上記の文献では、光導電膜56として、暗抵抗が高く、X線照射に対して良好な光導電特性を示すアモルファスセレン(a-Se)が用いられている。そして、上記光導電膜56は、真空蒸着法によって300~600 μ mの厚みで形成されている。

【0008】

また、上記アクティブマトリクス基板50は、液晶表示装置を製造する過程で形成されるアクティブマトリクス基板を流用することが可能である。例えば、アクティブマトリクス型液晶表示装置(AMLCD)に用いられるアクティブマトリクス基板は、アモルファスシリコン(a-Si)やポリシリコン(p-Si)によって形成されたTFTや、XYマトリクス電極、電荷蓄積容量を備えた構造になっている。したがって、若干の設計変更を行うだけで、放射線二次元画像検出器用のアクティブマトリクス基板50として容易に利用することができる。

【0009】

つぎに、図10および図11を用いて、上記構造の放射線二次元画像検出器の動作原理について説明する。まず、上記光導電膜56に放射線が照射されると、光導電膜56内に電荷が発生する。光導電膜56と電荷蓄積容量55とは電氣的に直列に接続された構造になっているので、上部電極58とCs電極59との間に電圧を印加しておく、光導電膜56で発生した電荷がそれぞれ+電極側と-電極側とに移動し、その結果、電荷蓄積容量55に電荷が蓄積される。なお、光導電膜56と電荷蓄積容量55との間には、薄い絶縁層からなる電子阻止層62が形成されており、これが一方側からの電荷の注入を阻止する阻止型フォトダイオードの役割を果たしている。

【0010】

上記の作用で、電荷蓄積容量55に蓄積された電荷は、ゲート電極G1、G2

、…、 G_n の入力信号によりTFT 54 をオン状態にすることによって、ソース電極S 1、S 2、…、 S_n から外部に取り出すことができる。よって、ゲート電極5 2 およびソース電極5 3、TFT 54、および電荷蓄積容量5 5等は、すべてXYマトリクス状に設けられているため、ゲート電極G 1、G 2、…、 G_n にする信号を線順次に走査することで、二次元的にX線の画像情報を得ることが可能となる。

【0 0 1 1】

なお、上記放射線二次元画像検出器は、使用する光導電膜5 6がX線等の放射線に対する光導電性だけでなく、可視光や赤外光に対しても光導電性を示す場合は、可視光や赤外光の二次元画像検出器としても作用する。

【0 0 1 2】

【発明が解決しようとする課題】

上記従来の構造の放射線二次元画像検出器では、光導電膜5 6としてa-Seを用いている。しかしながら、a-SeはX線に対する応答性が十分でないことから、X線を長時間照射して電荷蓄積容量5 5を十分に充電してからでないと情報を読み出すことができず、また、X線照射を遮断後、光導電膜5 6が初期状態に戻るのに時間を要する、という欠点がある。

【0 0 1 3】

また、上記放射線二次元画像検出器では、高電圧保護やリーク電流（暗電流）の低減を目的として、a-Seの光導電膜5 6と上部電極5 8との間に誘電体層5 7が設けられている。しかしながら、誘電体層5 7に残留する電荷を1フレームごとに除去する工程（シーケンス）を付加する必要があるため、上記放射線二次元画像検出器は、静止画の撮影にしか利用することができないという問題を有していた。

【0 0 1 4】

これに対し、動画に対応した画像データを得るためには、X線に対する応答性、感度の優れた光導電膜5 6を利用する必要がある。このような光導電材料としては、Seに比べて実効原子番号が大きいCdTeやCdZnTe等が知られている。ところが、上記放射線二次元画像検出器の光導電膜5 6として、a-Se

の代わりに $CdTe$ や $CdZnTe$ を利用しようとする、以下のような問題が生じる。

【0015】

従来の $a-Se$ の場合、成膜方法として真空蒸着法を用いることができ、この時の成膜温度は常温で可能なため、上述のアクティブマトリクス基板 50 上への成膜が容易であった。これに対し、 $CdTe$ や $CdZnTe$ の場合は、MBE (molecular beam epitaxy) 法や MOCVD (metal organic chemical vapor deposition) 法による成膜法が知られており、特に大面積基板への成膜を考慮すると MOCVD 法が適した方法と考えられる。しかしながら、MOCVD 法で $CdTe$ や $CdZnTe$ を成膜する場合、約 $400^{\circ}C$ の高温が要求される。

【0016】

一般に、アクティブマトリクス基板 50 に形成されている前述の TFT 54 は、半導体層として $a-Si$ 膜や $p-Si$ 膜を用いているが、半導体特性を向上させるために $300\sim 350^{\circ}C$ 程度の成膜温度で水素 (H_2) を付加しながら成膜されている。このようにして形成される TFT 素子の耐熱温度は約 $300^{\circ}C$ であり、TFT 素子をこれ以上の高温に曝すと $a-Si$ 膜や $p-Si$ 膜から水素が抜け出し半導体特性が劣化する。

【0017】

したがって、上述のアクティブマトリクス基板 50 上に MOCVD 法を用いて $CdTe$ や $CdZnTe$ を成膜することは、成膜温度の観点から事実上困難であった。

【0018】

本発明は、上記の問題点を解決するためになされたもので、その目的は、応答性が良く、さらに動画像にも対応できる二次元画像検出器およびその製造方法を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】

本発明にかかる第一の二次元画像検出器は、上記の課題を解決するために、格子状に配列された電極配線と、各格子点ごとに設けられた複数のスイッチング素

子と、該スイッチング素子を介して該電極配線に接続される画素電極とからなる画素配列層を含むアクティブマトリクス基板と、該画素配列層のほぼ全面に対向して形成される電極部と、該画素配列層および該電極部の間に形成される光導電性を有する半導体層とを含む対向基板とを備えており、これら両基板が、該アクティブマトリクス基板の画素配列層と、該対向基板の半導体層とが対向するように配置されるとともに、該画素電極に対応してパターン形成された導電性および接着性を有する導電接続材によって接続されており、さらに、これら両基板の間隙に、両基板の間隔を保持する間隔保持材がパターン形成されていることを特徴としている。

【 0 0 2 0 】

上記の構成により、画素配列層を含むアクティブマトリクス基板と電極部および半導体層を含む対向基板とを、画素電極に対応してパターンニングされた導電性および接着性を有する導電接続材によって接続することで、上記アクティブマトリクス基板と対向基板とを別々に作成することが可能となる。

【 0 0 2 1 】

よって、従来では、既に画素配列層が形成されている基板上に、半導体層を形成していたため、半導体層の形成時に、該画素配列層のスイッチング素子に対して悪影響を与えるような熱処理を必要とする半導体材料を使用することはできなかったが、上記の構成によってアクティブマトリクス基板と対向基板とを別々に作成することが可能となり、従来では使用できなかった材料を上記半導体層に使用することができる。

【 0 0 2 2 】

そして、上記の構成により使用可能となる半導体材料としては、例えばCdTeもしくはCdZnTe化合物半導体があるが、これらの半導体材料は、従来用いられていたa-Seに比べX線等の放射線に対する感度（S/N比）が高いため、上記半導体層にCdTeもしくはCdZnTe化合物半導体を用いることによって、二次元画像検出器の応答性が改善される。

【 0 0 2 3 】

また、この場合、電極部に印加される電圧を従来よりも低く設定することがで

きるので、従来では半導体層と電極部との間において高電圧保護のために設けられていた誘電体層を省略することができる。ゆえに、上記従来の構成、すなわち、半導体層と電極部との間に誘電体層を設ける構成においては、該誘電体層に残留する電荷を1フレームごとに除去する工程（シーケンス）が必要となるため、従来の二次元画像検出器では、静止画像の検出しか行えなかったが、上記誘電体層を省略することで、動画像の検出も可能となる。

【0024】

さらに、上記アクティブマトリクス基板および対向基板の両基板は、画素電極に対応してパターンニングされた導電接続材で接続されるので、アクティブマトリクス基板の画素ごとに電氣的絶縁性が確保され、隣り合う画素同士のクロストークを発生させることなく、アクティブマトリクス基板上の画素電極と、対向基板の半導体層とを電氣的および物理的に接続することが可能となる。

【0025】

加えて、間隔保持材を配設することにより、両基板の接続不良が発生しない程度に強くプレスして貼り合わせ接続を行ったとしても、上記間隔保持材が両基板の間隔（ギャップ）を一定以上に保持することができる。したがって、両基板の間隔が所定の値より狭くなることなく、隣接して設けられている導電接続材同士が接触する（リーク不良）ことを防ぐことが可能となる。

【0026】

また、上記間隔保持材をパターン形成することにより、導電接続材が存在しない部分にのみ間隔保持材を配置することができる。よって、導電接続材に要求される導電性や接着剤に悪影響を与えることなく、上記の効果を得ることが可能となる。

【0027】

また、上記した間隔保持材は、上記導電接続材を囲むように格子状に形成されていることが好ましい。

これにより、導電接続材や間隔保持材のパターン精度が悪い場合、あるいは導電接続材が押しつぶされて形状が変化した場合に、たとえ両者が接触する状態になったとしても、隣接して設けられている導電接続材同士は間隔保持材によって隔

てられているため、導電接続材同士が接触する（リーク不良）ことを防ぐことが可能となる。

【 0 0 2 8 】

また、この間隔保持材は、電気絶縁性を有する材料によって形成されていることが好ましい。

上記の構成により、導電接続材や間隔保持材のパターン精度が悪い場合、あるいは導電接続材が多少押しつぶされて形状が変化した場合に、たとえ両者が接触する状態になったとしても、隣接して設けられている導電接続材同士の間には絶縁性の間隔保持材が配設されているため、電氣的にリークすることをより確実に防ぐことができる。

【 0 0 2 9 】

また、この間隔保持材は、上記導電接続材の接続工程の熱圧着環境下において、導電接続材より高い硬度を有するように設定されていることが好ましいといえる。

上記の構成により、熱圧着によりアクティブマトリクス基板と対向基板の貼り合わせ接続を行う場合、導電接続材がわずかに軟化する温度環境下であっても、間隔保持材は十分な間隔保持力を発揮することが可能となる。

【 0 0 3 0 】

また、間隔保持材は、感光性を有する樹脂材料よりなっていることが好ましい。これにより、間隔保持材のパターン精度を高く設定できる。

また、間隔保持材を構成する樹脂材料としては、ポリイミド高分子材料を用いることが好ましい。このようにすれば、電気絶縁性に優れており、軟化点も 3 0 0 ℃以上であり、さらに放射線に対しても安定であるという優れた特性を有する間隔保持材を実現することができる。

【 0 0 3 1 】

また、間隔保持材は、電気絶縁性を有する樹脂材料中に、電気絶縁性を有する補助材またはフィラーを混入したものによって構成してもよい。

上記の構成により、間隔保持材の樹脂材料が軟質のものである場合でも、その内部に電気絶縁性を有する補助材やフィラーを分散させておくことで、十分な間隔

保持力を発揮することが可能となる。

【 0 0 3 2 】

また、間隔保持材として、電気絶縁性を有する液状の樹脂材料中に、導電接続材の接続工程の熱圧着環境下での変形量が小さく、電気絶縁性を有する補助材を混入したものをを用いてもよい。このようにしても、間隔保持材の間隔保持力を十分に高めることが可能となる。

【 0 0 3 3 】

また、本発明にかかる第一の二次元画像検出器の製造方法は、上記の課題を解決するために、格子状に配列された電極配線と、各格子点ごとに設けられた複数のスイッチング素子と、該スイッチング素子を介して該電極配線に接続される画素電極とからなる画素配列層を含むアクティブマトリクス基板、および、該画素配列層のほぼ全面に対向して形成される電極部と、該画素配列層および該電極部の間に形成される光導電性を有する半導体層とを含む対向基板のうち、どちらか一方の基板上に、該画素電極に対応して導電性および接着性を有する導電接続材をパターン形成する第一の工程と、他方の基板上に、電気絶縁性を有し、両基板の間隔（間隙）を保持する間隔保持材を該導電接続材を囲むように格子状にパターン形成する第二の工程と、両基板を、該アクティブマトリクス基板の画素配列層と、該対向基板の半導体層とが対向するように配置する第三の工程と、両基板を、該導電接続材を介して接続して貼り合わせる第四の工程とを含んでいることを特徴としている。

【 0 0 3 4 】

上記の方法によれば、従来のように、既に画素配列層が形成されている基板上に新たに半導体層を形成する必要がない。このため、従来では半導体層の形成時に該画素配列層のスイッチング素子に対して悪影響を与える熱処理を必要とするような半導体材料を使用することはできなかったが、アクティブマトリクス基板と対向基板とを別々に作成することで、従来では使用できなかった材料、例えば $CdTe$ もしくは $CdZnTe$ 化合物半導体を上記半導体層に使用することが可能となる。

【 0 0 3 5 】

これらの半導体材料は、従来用いられていた a - S e に比べ X 線等の放射線に対する感度 (S/N 比) が高いため、上記半導体層に C d T e もしくは C d Z n T e 化合物半導体を用いることにより、二次元画像検出器の応答性が良くなり、動画像の検出も可能となる。

【 0 0 3 6 】

さらに、上記アクティブマトリクス基板および対向基板の両基板は、画素電極に対応してパターニングされた接続材で接続されるので、アクティブマトリクス基板の画素ごとに電氣的絶縁性が確保され、隣り合う画素同士のクロストークを発生させることなく、アクティブマトリクス基板上の画素電極と、対向基板の半導体層とを電氣的及び物理的に接続することが可能となる。

【 0 0 3 7 】

加えて、間隔保持材を配設することにより、両基板の接続不良が発生しない程度に強くプレスして貼り合わせ接続を行ったとしても、上記間隔保持材が両基板の間隔 (ギャップ) を一定以上に保持することができる。したがって、両基板の間隔が所定の値より狭くなることなく、隣接して設けられている導電接続材同士が接触する (リーク不良) ことを防ぐことが可能となる。

【 0 0 3 8 】

また、上記間隔保持材をパターン形成することにより、導電接続材が存在しない部分にのみ間隔保持材を配置することができる。よって、導電接続材に要求される導電性や接着剤に悪影響を与えることなく、上記の効果を得ることが可能となる。

【 0 0 3 9 】

さらに、導電接続材と間隔保持材とをそれぞれ別々の基板上に形成しているので、個々の材料のパターン形成を容易に行うことができる。なお、一方の基板上に、導電接続材および間隔保持材をパターン形成することも可能であるが、先に形成したパターンが、後のパターン形成の障害となるので、その場合は使用する材料やプロセスに工夫が要求される。

【 0 0 4 0 】

また、本発明にかかる第二の二次元画像検出器の製造方法は、上記の課題を解

決するために、格子状に配列された電極配線と、各格子点ごとに設けられた複数のスイッチング素子と、該スイッチング素子を介して該電極配線に接続される画素電極とからなる画素配列層を含むアクティブマトリクス基板、および、該画素配列層のほぼ全面に対向して形成される電極部と、該画素配列層および該電極部の間に形成される光導電性を有する半導体層とを含む対向基板のうち、どちらか一方の基板上に、電気絶縁性を有し、両基板の間隔（間隙）を保持する間隔保持材と、該画素電極に対応して導電性および接着性を有する導電接続材との両者をパターン形成する第一の工程と、両基板を、該アクティブマトリクス基板の画素配列層と、該対向基板の半導体層とが対向するように配置する第二の工程と、両基板を、該導電接続材を介して接続して貼り合わせる第三の工程とを含んでいることを特徴としている。

【 0 0 4 1 】

上記の方法によれば、従来のように、既に画素配列層が形成されている基板上に新たに半導体層を形成する必要がない。このため、従来では半導体層の形成時に該画素配列層のスイッチング素子に対して悪影響を与える熱処理を必要とするような半導体材料を使用することはできなかったが、アクティブマトリクス基板と対向基板とを別々に作成することで、従来では使用できなかった材料、例えば CdTe もしくは CdZnTe 化合物半導体を上記半導体層に使用することが可能となる。

【 0 0 4 2 】

これらの半導体材料は、従来用いられていた $\alpha\text{-Se}$ に比べ X 線等の放射線に対する感度（S/N 比）が高いため、上記半導体層に CdTe もしくは CdZnTe 化合物半導体を用いることにより、二次元画像検出器の応答性が良くなり、動画像の検出も可能となる。

【 0 0 4 3 】

さらに、上記アクティブマトリクス基板および対向基板の両基板は、画素電極に対応してパターンニングされた接続材で接続されるので、アクティブマトリクス基板の画素ごとに電氣的絶縁性が確保され、隣り合う画素同士のクロストークを発生させることなく、アクティブマトリクス基板上の画素電極と、対向基板の半

導体層とを電氣的及び物理的に接続することが可能となる。

【 0 0 4 4 】

加えて、間隔保持材を配設することにより、両基板の接続不良が発生しない程度に強くプレスして貼り合わせ接続を行ったとしても、上記間隔保持材が両基板の間隔（ギャップ）を一定以上に保持することができる。したがって、両基板の間隔が所定の値より狭くなることがなく、隣接して設けられている導電接続材同士が接触する（リーク不良）ことを防ぐことが可能となる。

【 0 0 4 5 】

また、上記間隔保持材をパターン形成することにより、導電接続材が存在しない部分にのみ間隔保持材を配置することができる。よって、導電接続材に要求される導電性や接着剤に悪影響を与えることなく、上記の効果を得ることが可能となる。

【 0 0 4 6 】

さらに、導電接続材と間隔保持材とをともに同一の基板上に形成しているので、アクティブマトリクス基板と対向基板とのうち、導電接続材や間隔保持材のパターン形成プロセスによって悪影響を受け難い方の基板上に両者を形成することができる。具体的には、対向基板上に形成されている半導体層が、導電接続材や間隔保持材のパターン形成プロセスに必要な薬液（現像液など）に曝されることで特性が変化してしまうような場合は、アクティブマトリクス基板上に導電接続材と間隔保持材の両者をパターン形成することができる。

【 0 0 4 7 】

なお、一方の基板上に、導電接続材および間隔保持材をパターン形成する場合、先に形成したパターンの凹凸が、後のパターン形成の障害となるので、導電接続材と間隔保持材とのうち、パターン形成後の高さの低い方を先にパターン形成し、その後他方をパターン形成することが望ましい。この時、後でパターン形成する材料は、下地の凹凸に邪魔されることなくパターン形成できるように、材料やプロセスに特殊な工夫を施しておくことが好ましい。

【 0 0 4 8 】

また、上記した第一および第二の二次元画像検出器の製造方法では、前記導電

接続材および前記導電接続材における少なくとも一方のパターン形成を、感光性樹脂シートに対する貼付工程とフォトリソグラフィ工程とによって行うことが好ましい。

【0049】

上記の構成によれば、二次元画像検出器の面積が大きくても、感光性樹脂シートの貼付工程を用いているので、導電接続材や間隔保持材を均一な厚みで容易に形成できる。また、感光性樹脂シートとして、特開平5-173320号公報に記載されているように、熱可塑性樹脂層（クッション層）を具備させた樹脂シートを用いることで、貼付を行おうとする下地に凹凸が存在していたとしても、気泡の巻き込みなどを最小限に抑えながら感光性樹脂シートを貼付することができる。

【0050】

特に、第二の二次元画像検出器の製造方法を採用する場合、導電接続材および間隔保持材を同一の基板上にパターン形成するので、先に形成したパターンの凹凸が、後のパターン形成の障害となる場合がある。このような場合、後のパターンとして形成される材料に、熱可塑性樹脂層（クッション層）を具備させた感光性樹脂シートを用い、貼付工程とフォトリソグラフィ工程とによってパターン形成することで、例えば貼付を行おうとする下地に凹凸が存在していたとしても、気泡の巻き込みなどを最小限に抑えながら感光性樹脂シートを貼付することができる。

【0051】

また、上記した第一および第二の二次元画像検出器の製造方法では、前記アクティブマトリクス基板と対向基板とを貼り合わせる前においては、導電接続材が間隔保持材よりも高くなるように、これら導電接続材および間隔保持材をパターン形成するように設定されていることが好ましい。

【0052】

上記の構成により、アクティブマトリクス基板と対向基板との貼り合わせにおいて、両基板の間隙が間隔保持材の高さに達するまでプレスを行うことができる。よって、導電接続材が間隔保持材との高さの差だけつぶされて、導電接続材を

両基板に完全に密着させることができる。したがって、確実な導電接続を得ることが可能となる。

【0053】

また、本発明にかかる第二の二次元画像検出器は、上記の課題を解決するために、複数の画素を有する画素配列層を備えた画素基板と、入射光に応じて電荷を発生する光導電層を備えた対向基板とが対向して設けられた二次元画像検出器において、画素配列層における各画素に対応して設けられ、画素配列層と光導電膜とを電氣的に接続する導電接続材と、上記両基板の間隔を保持する間隔保持材とを備えていることを特徴としている。

【0054】

上記の構成では、画素基板と対向基板とが互いに対向するように配されており、これら各基板に、画素配列層と光導電膜とがそれぞれ設けられている。対向基板に設けられた光導電膜は、光（放射線等）の入射によって電荷を発生する薄膜であり、例えば半導体膜から構成されるものである。また、この光導電膜は、画素基板の画素配列層に対向して設けられている。

【0055】

画素配列層は、外部から伝達される電荷を蓄積するための複数の画素を有するものであり、例えば、画素電極を有するスイッチング素子を格子状に配列してなるアクティブマトリクスから構成できる。また、画素配列層の各画素は、導電接続材を介して光導電膜に接続されている。さらに、第二の二次元画像検出器では、これら画素配列層および光導電膜を挟むように電極が設けられており、電極間に所定の電圧が印加されるようになっている。

【0056】

すなわち、第二の二次元画像検出器では、入射光に応じて光導電膜から発生する電荷を、印加電圧によって画素配列層の各画素に伝達・蓄積させるようになっている。そして、電荷の蓄積された画素を特定することで、光導電膜に入射された画像を検出できるように設定されている。

【0057】

また、特に、第二の二次元画像検出器では、画素配列層と光導電膜とを、それ

ぞれ異なる基板上に形成するようになっており、画素配列層上に光導電膜を形成することを回避している。これにより、光導電膜に施される熱処理が、画素配列層に影響することを防止できる。

したがって、第二の二次元画像検出器では、光導電膜の材料として、入射光に対する応答性および感度の高い、高い温度での熱処理を要する材料を採用することが可能となる。これにより、二次元画像検出の応答性を改善できるようになっている。

【0058】

また、上記のような材料（例えばCdTe, CdZnTe化合物半導体）を用いれば、光導電膜に対する印加電圧を低くできるので、この膜を高電圧から保護するための誘電体層を設ける必要がない。このため、誘電体層に残留する電荷を除去する工程が不要となるので、連続的な画像検出、すなわち動画検出も可能となる。

【0059】

さらに、第二の二次元画像検出器は、上記両基板の間隔を保持するための間隔保持材を備えている。これにより、両基板に対する貼り合わせ接続の際、基板間隔（ギャップ）が狭くなり過ぎることを防止できる。これにより、導電接続材の破損や、隣接配置されている導電接続材どうしの接触（リーク不良）を抑制できる。

【0060】

また、本発明の第三の二次元画像検出器の製造方法は、上記の課題を解決するために、複数の画素を有する画素配列層を備えた画素基板と、入射光に応じて電荷を発生する光導電層を備えた対向基板とを有する二次元画像検出器の製造方法において、上記両基板のいずれか一方に、画素配列層の画素に対応させて導電接続材を形成する接続材形成工程と、上記両基板のいずれか一方に、両基板の間隔を保持する間隔保持材を形成する保持材形成工程と、上記両基板を、画素配列層と半導体層とを対向させるように貼り合わせる貼り合わせ工程とを含むことを特徴としている。

【0061】

この製造方法は、第二の二次元画像検出器のような、光導電膜と画素配列層とが異なる基板に形成されているタイプの二次元画像検出器を製造するための方法である。すなわち、この方法では、画素配列層の上に半導体層を形成することを回避しているため、光導電膜の材料として、入射光に対する応答性および感度の高い、高温の熱処理を要する材料を採用できる。

これにより、応答性が高く、動画検出の可能な二次元画像検出を製造できるようになっている。

【 0 0 6 2 】

また、この製造方法では、画素基板と対向基板とを、画素配列層における各画素に対応して設けられた導電接続材によって接続するようになっている。これにより、各画素間における電氣的絶縁性を確保しながら、各画素と光導電膜とを電氣的に接続できる。したがって、クロストークのない二次元画像検出器を製造することが可能となる。

【 0 0 6 3 】

また、この製造方法では、両基板を貼り合わせる前に、いずれか一方の基板上に、間隔保持材を形成するように設定されている。これにより、貼り合わせ工程において、基板間隔が狭くなり過ぎることを防止できる。したがって、導電接続材の破損や、隣接配置されている導電接続材どうしが接触してしまうことを抑制することが可能となる。

【 0 0 6 4 】

なお、間隔保持材や導電接続材は、感光性樹脂等をパターンニングすることによって形成することが好ましい。これにより、これら間隔保持材・導電接続材の形態を、所望の形態に容易に形成できる。また、導電接続材をパターンニングによって形成すれば、画素配列層の画素間における電氣的絶縁性を容易に確保できるので、隣接画素間のクロストークを抑制できる。

また、間隔保持材をパターンニングによって形成することで、間隔保持材と導電接続材との形成位置を容易に分離できるため、貼り合わせによる導電接続材の変形・特性劣化を防止できる。

【 0 0 6 5 】

【発明の実施の形態】

まず、本発明の一実施の形態の前提となる技術について、図8および図9を参照しながら説明する。

【0066】

前述した従来の放射線二次元画像検出器が有する問題点を解決する方法として、CdTeやCdZnTeなどの光導電膜を、一旦別の支持基板上に300℃以上の高温で成膜し、その後、支持基板とアクティブマトリクス基板とを300℃以下の低温で貼り合わせ接続する方法がある。

【0067】

図8および図9は、XYマトリクス電極、TFT、画素電極、電荷蓄積容量などを備えているアクティブマトリクス基板と、支持基板上に上部電極、半導体層（光導電膜）、接続電極（電荷収集電極）などが具備されている対向基板とが、画素ごとに設けられた導電接続材で互いに接続された構造の二次元画像検出器の断面構成図であり、図8が全体断面図、図9が1画素当たりの詳細断面図（図8の領域B）である。

【0068】

上記の構造を採用することにより、二次元画像検出器に、CdTeやCdZnTeなどの光導電膜を使用することが可能となり、その結果、リアルタイムでの動画撮影が可能となる。

【0069】

しかしながら、上記二次元画像検出器は、以下のような構造上の問題を有している。

【0070】

図8および図9に示した二次元画像検出器では、上記アクティブマトリクス基板と対向基板とを対向させた状態で貼り合わせる工程が必要になる。このとき、二次元画像検出器自身が大面積の形態を有する場合、両基板を全面にわたって均一な間隙（ギャップ）で貼り合わせる事が困難となる。

【0071】

このため、例えば、面積が400mm×500mm程度の基板同士を貼り合わ

せると、部分的に基板間隙の広い場所が発生し、導電接続材の接続不良が発生することがあった。また、それを防ぐために、強いプレス力で両基板を貼り合わせようとする、部分的に基板間隙の狭い場所が発生して、その場所の導電接続材が押しつぶされてしまい、隣接する導電接続材同士の接触（リーク不良）が発生することがあった。

【 0 0 7 2 】

以下、本発明の一実施の形態について、図 1 ～図 7 および図 1 2 ～図 1 6 を参照しながら説明する。なお、本実施の形態に係る二次元画像検出器は、前述した従来の放射線二次元画像検出器が有する問題点を解決するとともに、大面積を有するアクティブマトリクス基板と対向基板とを貼り合わせて接続する際にも、両基板間の間隙（ギャップ）を面内で均一にするとともに、両基板間の接続不良やリーク不良の発生を抑制することができるものである。

【 0 0 7 3 】

まず、図 1 および図 2 を用いて、本実施の形態に係る二次元画像検出器の基本構成を説明する。図 1 は上記二次元画像検出器の全体断面図であり、図 2 は図 1 の領域 A の詳細断面図である。

【 0 0 7 4 】

図 1 に示すように、本実施の形態に係る二次元画像検出器は、画素電極 1 4 が形成されたアクティブマトリクス基板 1 と、電荷収集電極 6 が形成された対向基板 2 とが、画素電極 1 4 と電荷収集電極 6 とが対向して接続されるように、各画素ごとに独立して設けられた導電接続材 3 および間隔保持材 4 5 を介して貼り合わされた構造である。

【 0 0 7 5 】

図 2 に示すように、上記アクティブマトリクス基板 1 には、ガラス基板 7 上に X Y マトリクス状の電極配線（ゲート電極 8 およびソース電極 9）、T F T（薄膜トランジスタ（スイッチング素子））5、電荷蓄積容量 4、蓄積容量（C s）電極 1 0 などからなる画素配列層 4 0 が形成されている。上記アクティブマトリクス基板 1 は、液晶表示装置を製造する過程で形成されるアクティブマトリクス基板と同じプロセスによって形成することができる。図 2 を参照しながら、具体

的に説明する。

【0076】

上記ガラス基板7は、無アルカリガラス基板である。ガラス基板7としては、例えば、コーニング社製#7059や#1737を使用することができる。

【0077】

上記ゲート電極8およびCs電極10は、ガラス基板7の上にTa, Alなどの金属膜をスパッタ蒸着により約3000Å成膜後、所望の形状にパターニングして形成される。

【0078】

上記のゲート電極8およびCs電極10の上に、絶縁膜11がSiNxやSiOxによりCVD法で約3500Å成膜して形成される。絶縁膜11は、ゲート絶縁膜あるいは蓄積容量(Cs)として作用する。なお、絶縁膜11としては、SiNxやSiOxだけでなく、ゲート電極8およびCs電極10を陽極酸化した陽極酸化膜を併用することもできる。

【0079】

上記TFT5のチャネル部となるi型のa-Si膜12と、ソース電極9およびドレイン電極とのコンタクトを図るn⁺型のa-Si膜13とが、CVD法でそれぞれ約1000Å、約400Å成膜後、所望の形状にパターニングして形成される。

【0080】

上記のソース電極9および画素電極14は、TaやAlなどの金属膜であり、スパッタ蒸着で約3000Å成膜後、所望の形状にパターニングして形成される。なお、本実施の形態では、画素電極14とドレイン電極とを兼用しているが、画素電極14とドレイン電極を別々に形成してもよく、また、画素電極14にITO (indium tin oxide) などの透明電極を使用することも可能である。

【0081】

その後、画素電極14の開口部以外の領域を絶縁保護するために、絶縁保護膜15が、SiNxやSiOxの絶縁膜をCVD法で約6000Å成膜後、所望の形状にパターニングして形成される。なお、絶縁保護膜15には、無機の絶縁膜

の他に、アクリルやポリイミド等の有機膜を使用することも可能である。

【0082】

以上の工程により、アクティブマトリクス基板1を形成することができる。なお、ここでは、TFT素子として、a-Siを用いた逆スタガ構造のTFT5を用いたが、これに限定されるものではなく、p-Siを用いてもよいし、スタガ構造にしてもよい。

【0083】

また、上記対向基板2は、以下のプロセスにより形成することができる。

【0084】

ガラス基板31は、対向基板2の支持基板であり、X線や可視光に対して透過性を有する。ガラス基板31としては、厚さ約0.7mm~1.1mmのガラス基板（例えば、コーニング社製#7059や#1737）を用いることができる。

【0085】

上部電極（電極部）17は、ITO、Auなどの導電膜であり、ガラス基板31の片面のほぼ全面に形成される。なお、上部電極17として可視光に対して透明なITO電極を用いることにより、二次元画像検出器を可視光に対応させることが可能である。

【0086】

半導体層32は、CdTeやCdZnTeの多結晶膜であり、上部電極17上にMOCVD法を用いて約0.5mmの厚みで形成される。なお、MOCVD法は大面積基板への成膜に適しており、原料である有機カドミウム（ジメチルカドミウム[DMCd]）、有機テルル（ジエチルテルル[DETe]やジイソプロピルテルル[DiPTe]）、有機亜鉛（ジエチル亜鉛[DEZn]やジイソプロピル亜鉛[DiPZn]やジメチル亜鉛[DMZn]）を用いて400~500℃の成膜温度で成膜が可能である。さらに、CdTeやCdZnTeの成膜方法としては、上記MOCVD法の他にスクリーン印刷・焼成法、スプレー法、電析法、近接昇華法等を用いることも可能である。

【0087】

キャリア阻止層 18 は、 AlO_x の薄い絶縁層であり、半導体層 32 のほぼ全面に形成される。なお、キャリア阻止層 18 の構造としては、上記 MIS (metal-insulator-semiconductor) 接合構造の他に、PIN (positive-intrinsic-negative diode) 接合構造、ショットキー接合構造を用いることも、もちろん可能である。また、キャリア阻止層 18 は必要に応じて画素ごとにパターニングすることもできる。

【0088】

上記電荷収集電極（接続電極）6 は、Au、ITO などの導電膜であり、キャリア阻止層 18 の上に約 2000 Å 成膜後、所望の形状にパターニングして形成される。電荷収集電極 6 は、アクティブマトリクス基板 1 に形成された画素電極 14 と対向する位置に形成することができる。

【0089】

そして、図 1 に示すように、本実施の形態に係る二次元画像検出器は、以上のプロセスにより形成されたアクティブマトリクス基板 1 と対向基板 2 とが、画素電極 14 と電荷収集電極 6 とが対向して接続するように、各画素ごとに独立して設けられた導電接続材 3 により貼り合わせて形成されている。このとき、アクティブマトリクス基板 1 と対向基板 2 との間には、導電接続材 3 が存在しない場所に、間隔保持材 45 が設けられている。

【0090】

ここで、図 2 および図 16 を参照して、上記二次元画像検出器の動作原理について説明する。なお、図 16 は、上記二次元画像検出器における 1 画素当たりの等価回路図である。

【0091】

CdTe や CdZnTe からなる半導体層 32 に X 線が入射すると、光導電効果により該半導体層 32 に電荷（電子-正孔）が発生する。このとき、図 2 に示すように、電荷蓄積容量 4 と半導体層 32 とは、画素電極 14 / 導電接続材 3 / 電荷収集電極 6 を介して直列に接続された構造になっているので、上部電極 17 と Cs 電極 10 との間に電圧を印加しておく、半導体層 32 内で発生した電荷がそれぞれ + 電極側と - 電極側に移動し、その結果、電荷蓄積容量 4 に電荷が蓄

積される。

【 0 0 9 2 】

なお、半導体層 3 2 と電荷収集電極 6 との間には、薄い絶縁層からなるキャリア阻止層 1 8 が形成されており、これが一方側からの電荷の注入を阻止する M I S (Metal-Insulator-Semiconductor) 構造の阻止型フォトダイオードの役割を果たす。これにより、X線が入射しないときの暗電流の低減に寄与している。また、半導体層 3 2 と上部電極 1 7 との間にも絶縁層を設け、上部電極 1 7 から半導体層 3 2 への電荷の注入も阻止し、更なる暗電流低減を図る場合もある。

【 0 0 9 3 】

上記の作用により、電荷蓄積容量 4 に蓄積された電荷は、ゲート電極 8 の入力信号によって T F T 5 をオン状態にすることでソース電極 9 より外部に取り出すことが可能である。ここで、電極配線（ゲート電極 8 およびソース電極 9）、T F T 5、電荷蓄積容量 4 等は、従来例の図 1 0 にも示すように、すべて X Y マトリクス状に設けられているため、ゲート電極 G 1、G 2、G 3、…、G n に入力する信号を線順次に走査することで、二次元的に X 線の画像情報を得ることができる。このように、基本的な動作原理は、従来例に示した画像検出器と同様である。

【 0 0 9 4 】

つづいて、図 3 から図 6 を参照しながら、上記の導電接続材 3 および間隔保持材 4 5 の具体的な形成方法について説明する。

【 0 0 9 5 】

まず、図 3 (a)，(b) に示すように、アクティブマトリクス基板 1 および対向基板 2 のそれぞれの貼り合わせ面に、導電接続材 3 および間隔保持材 4 5 をそれぞれパターン形成する。なお、このとき導電接続材 3 および間隔保持材 4 5 の両者をどちらか一方の基板に形成することも可能である。しかし、導電接続材 3 および間隔保持材 4 5 をそれぞれ別個の基板上に形成すると、パターンング処理を独立して行える点でより望ましい。そこで、本実施の形態では、アクティブマトリクス基板 1 上に導電接続材 3 を（図 3 (a)：請求項 7 における第一の工程）、対向基板 2 上に間隔保持材 4 5 を（図 3 (b)：請求項 7 における第二の

工程) それぞれパターン形成する。

【0096】

アクティブマトリクス基板 1 上に導電接続材 3 をパターン形成する方法としては、以下の方法が可能である。

(A 1) アクティブマトリクス基板 1 の貼り合わせ面のほぼ全面に導電性を有する感光性樹脂層を形成した後、フォトリソグラフィ技術により導電接続材 3 をパターン形成する。

(A 2) アクティブマトリクス基板 1 の貼り合わせ面に、スクリーン印刷やインクジェット法などの印刷手段により、導電接着剤を印刷することによって導電接続材 3 をパターン形成する。

(A 3) アクティブマトリクス基板 1 の貼り合わせ面に導電性樹脂を電着させることにより導電接続材 3 をパターン形成する。

【0097】

特に、(A 1) の方法は、導電接続材 3 を精度良くパターン形成できるとともに、画素電極 1 4 に対して任意の形状に設計できる点で優れている。したがって、本実施の形態では、ドライフィルム状の導電性を有する感光性樹脂をアクティブマトリクス基板 1 上のほぼ全面に貼付(転写)した後、該感光性樹脂に露光・現像処理を施すことにより、導電接続材 3 を画素電極 1 4 上にパターン形成する。なお、この時の感光性樹脂、すなわち導電接続材 3 の高さ(アクティブマトリクス基板 1 の表面からの高さ) H 2 は、約 1 0 μ m となるよう設計した。

【0098】

一方、対向基板 2 上に間隔保持材 4 5 をパターン形成する方法としては、以下の方法が可能である。

(B 1) 対向基板 2 の貼り合わせ面のほぼ全面に絶縁性の感光性樹脂層を形成した後、フォトリソグラフィ技術により間隔保持材 4 5 をパターン形成する。

(B 2) 対向基板 2 上の貼り合わせ面のほぼ全面に有機または無機の絶縁性材料からなる層を形成した後、その上に感光性フォトレジスト層を形成し、フォトリソグラフィ技術とエッチング技術とを用いて間隔保持材 4 5 を該絶縁材料によってパターン形成する。

(B 3) 対向基板 2 上の貼り合わせ面に、スクリーン印刷やインクジェット法などの印刷手段により、絶縁性ペーストを印刷することによって間隔保持材 4 5 をパターン形成する。

特に、(B 1) の方法は、間隔保持材 4 5 を精度良くパターン形成できるとともに、画素電極 1 4 に対して任意の形状に設計できる点で優れている。したがって、本実施の形態では、絶縁性の感光性樹脂を対向基板 2 の貼り合わせ面のほぼ全面に塗布し、プレ焼成を施した後、該感光性樹脂の露光・現像、およびポスト焼成処理を施すことにより、対向基板 2 上に電荷収集電極 6 を囲む形状にパターン形成する。なお、この時の感光性樹脂、すなわち間隔保持材 4 5 の高さ H 1 は、約 $8\ \mu\text{m}$ となるよう設計した。

【0099】

ここで、上記の導電接続材 3 の高さ H 2 および間隔保持材 4 5 の高さ H 1 は、 $5\ \mu\text{m}$ 以上かつ $30\ \mu\text{m}$ 以下の範囲内であることが望ましい。その理由は、高さ H 1 および高さ H 2 が $5\ \mu\text{m}$ より低いと、後述するアクティブマトリクス基板 1 と対向基板 2 とを接続する工程において、両基板の間隙が小さくなり過ぎ、ゴミや埃による接続不良が生じやすくなり、反対に高さ H 1 および高さ H 2 が $30\ \mu\text{m}$ より高いと、導電接続材 3 および間隔保持材 4 5 のパターンニングが困難になるという問題が生じるためである。なお、導電接続材 3 の高さ H 2 および間隔保持材 4 5 の高さ H 1 の望ましい相対関係については、後で詳細に説明する。

【0100】

つぎに、図 3 (c) に示すように、導電接続材 3 がパターン形成されたアクティブマトリクス基板 1 と、間隔保持材 4 5 がパターン形成された対向基板 2 とを、互いの画素が一致するように両基板の貼り合わせ面を対向配置して位置合わせを行う（請求項 7 における第三の工程）。このとき、導電接続材 3 と間隔保持材 4 5 とが重ならないように、両基板の位置ずれを解消する。

【0101】

つづいて、図 3 (d) に示すように、位置合わせされたアクティブマトリクス基板 1 および対向基板 2 に加熱圧着処理を施して、両基板を接続する（請求項 7 における第四の工程）。

【0102】

ここで、加熱圧着処理の際（図3（d））、間隔保持材45は導電接続材3よりも変形しにくいことが望ましい。なぜならば、導電接続材3は、ある程度軟化した方が両基板との接着性が向上するのに対して、間隔保持材45は、形状が変化し難いことで間隔保持力が向上するためである。

【0103】

例えば、導電接続材3に130℃前後で軟化して接着性（粘着性）が発現する材料を、間隔保持材45に150℃以上で軟化する材料をそれぞれ用いる場合を考える。このとき、加熱圧着処理を130～150℃の温度で行うと、導電接続材3は軟化して両基板に接着し易くなる。これに対して、間隔保持材45は、130～150℃では軟化しないため、間隔保持力を保ったまま貼り合わせることができる。

【0104】

すなわち、導電接続材3が軟化することで接着性を生じる材料の場合には、その軟化温度が間隔保持材45の軟化温度より低いことが望ましい。なお、導電接続材3として熱硬化性あるいは光硬化性の接着剤を用いることもできるが、この場合は接着剤が最初から粘性を有しており十分に變形し易いものが多い。よって、そのような接着剤を導電接続材3に用いる場合には、間隔保持材45が變形し難ければよい。

【0105】

具体的には、間隔保持材45には、軟化温度が比較的高い材料である、感光性のポリイミド高分子材料を採用することができる。すなわち、ポリイミド高分子材料は電気絶縁性に優れており、軟化点も300℃以上であり、さらに放射線に対しても安定な材料であるため、本実施の形態の間隔保持材45の材料として最適である。

【0106】

また、上記間隔保持材45は、ポリイミド高分子材料の他に、エポキシ系、アクリル系、ウレタン系等の高分子材料、あるいはゾルゲル成膜法や塗布法、ペースト印刷法等によって得られる SiO_2 等の無機系絶縁膜などを、上記の（B1

) ~ (B 3) の方法を用いて形成することも可能である。

【0 1 0 7】

図 4 (a), (b) は、それぞれアクティブマトリクス基板 1 と対向基板 2 との貼り合わせの前後における、導電接続材 3 および間隔保持材 4 5 の断面図である。

【0 1 0 8】

上述のように、本実施の形態では、貼り合わせ前の間隔保持材 4 5 の高さ H_1 を $8 \mu\text{m}$ 、導電接続材 3 の高さ H_2 を $10 \mu\text{m}$ となるように設定している (図 4 (a))。このため、アクティブマトリクス基板 1 と対向基板 2 とを貼り合わせると、両基板の基板間隙は、間隔保持材 4 5 の高さ H_1 で決定されるため、加熱により軟化した導電接続材 3 がわずかに押しつぶされることになる (図 4 (b))。これにより、導電接続材 3 を確実に両基板に接触させることができる。ゆえに、間隔保持材 4 5 の高さ H_1 、および導電接続材 3 の高さ H_2 を、 $H_2 \geq H_1$ となるように設計するとよい。

【0 1 0 9】

そして、図 4 (b) に示すように、アクティブマトリクス基板 1 と対向基板 2 との貼り合わせによって、両基板の基板間隙が導電接続材 3 の高さ H_2 よりも小さくなるため、導電接続材 3 のパターン面積が貼り合わせ前後で W_1 から W_2 へ、 $W_2 - W_1$ だけ広がることになる。よって、導電接続材 3 の貼り合わせ前のパターン面積 W_1 を、貼り合わせ後のパターン面積 W_2 が画素電極 1 4 の面内に収まるように設計するとよい。現実的には、貼り合わせ前後での導電接続材 3 のパターン面積の変化を 2 倍以内に抑えておくことが、隣接画素へのリークを防ぐ点で有効である。ゆえに、間隔保持材 4 5 の高さ H_1 、および導電接続材 3 の高さ H_2 を、 $2 \times H_1 \geq H_2$ となるように設計するとよい。

【0 1 1 0】

以上より、導電接続材 3 の高さ H_2 の最適設計条件は、間隔保持材 4 5 の高さ H_1 に対して、 $2 \times H_1 \geq H_2 \geq H_1$ となる。なお、この条件によって設計しておくことで、基板が大面積化した場合でも、導電接続材 3 および間隔保持材 4 5 の厚みのバラツキをある程度吸収することができるため、電荷収集電極 6 と画素

電極 1 4 との確実な接続を得ることができる。

【0 1 1 1】

つぎに、典型的なパターン形状を、図 5 および図 6 を参照して説明する。図 5 は、アクティブマトリクス基板 1 上の各部材の配置を示す平面図である。図 6 は、アクティブマトリクス基板 1 に対する導電接続材 3 および間隔保持材 4 5 の配置関係を示す平面図である。

【0 1 1 2】

図 5 および図 6 に示すように、導電接続材 3 は画素電極 1 4 上に独立した島状に設けられ、間隔保持材 4 5 は画素電極 1 4 を囲むようにマトリクス状に設けられている。よって、隣接する導電接続材 3 同士の間には必ず間隔保持材 4 5 が配設されているため、導電接続材 3 や間隔保持材 4 5 のパターン精度が悪い場合、あるいは導電接続材 3 が押しつぶされて形状が変化した場合に、導電接続材 3 と間隔保持材 4 5 とが接触することはあっても、隣接する導電接続材 3 間に電氣的にリークが生じることは確実に防ぐことができる。

【0 1 1 3】

ここで、上記のように、間隔保持材 4 5 のパターンが画素を囲む格子状の場合、両基板の貼り合わせ時に、格子に囲まれた空間に空気が閉じ込められやすく、導電接続材 3 の接着面に気泡を巻き込む等のプレス不良が発生する可能性がある。このような場合は、減圧環境下でプレス貼り合わせを行うとよい。

【0 1 1 4】

なお、間隔保持材 4 5 のパターンは、図 5 および図 6 に示すパターンに限定されるものではなく、ストライプ形状やドット形状など必要に応じてパターン形成することができる。

【0 1 1 5】

また、間隔保持材 4 5 のパターンは、マトリクス状の画素が存在する撮像有効領域のみならず、撮像有効領域の周辺部にも余分にダミーパターンとして設けることが望ましい。これより、両基板を貼り合わせる際、基板周辺部においても基板の間隔（ギャップ）を均一に保持することが可能となる。

【0 1 1 6】

以上のように製造された本実施の形態に係る二次元画像検出器は、両基板の貼り合わせ時に、強くプレスして貼り合わせ接続を行っても、間隔保持材 4 5 が両基板の間隔を一定に保持するため、両基板の間隙（ギャップ）が所定の値より狭くなることはない。

【0 1 1 7】

よって、上記二次元画像検出器は、大面積の基板（例えば、基板サイズが 4 0 0 m m × 5 0 0 m m 程度以上）を有するものであっても、基板間隙を均一に保った状態で貼り合わせることができる。その結果、歩留まり良く、確実な接続を得ることが可能となる。また、間隔保持材 4 5 を設けることにより、導電接続材 3 が押しつぶされすぎることがなく、隣接する導電接続材 3 同士の接触（リーク不良）の発生を防ぐことが可能となる。

【0 1 1 8】

つづいて、図 7 を用いて、間隔保持材 4 5 の硬さが充分でなく、間隔保持力が充分に発揮できない場合について説明する。

【0 1 1 9】

図 7 に示すように、間隔保持材 4 5 として、樹脂材料 4 5 a の中に電気絶縁性を有する球状の補助材 4 5 b を混入させたものを使用することができる。このように、樹脂材料 4 5 a 中に補助材 4 5 b が混入された間隔保持材 4 5 を使用することにより、間隔保持材 4 5 の樹脂材料 4 5 a の硬さが導電接続材 3 より弱い場合でも、樹脂材料 4 5 a に混入された球状の補助材 4 5 b で両基板の間隔を保持することが可能となる。

【0 1 2 0】

上記補助材 4 5 b としては、ガラス、セラミック、プラスチック製のものを利用することができる。特に、ガラスやセラミック製の補助材 4 5 b は、電気絶縁性を有するとともに、加熱および加圧に対する変形量が小さく、間隔保持材 4 5 の樹脂材料 4 5 a に混入する強度補助材料として最適である。

【0 1 2 1】

そして、上記補助材 4 5 b を樹脂材料 4 5 a に混入してパターンニングすることにより、補助材 4 5 b がパターンニングされた樹脂材料 4 5 a 中にのみ存在するの

で、補助材 4 5 b が導電接続材 3 の接着面に介在して導電接続材 3 の接着を妨げることはない。

【0 1 2 2】

なお、上記補助材 4 5 b は、樹脂材料 4 5 a に混入されて両基板間の間隔を保持できるものであればよく、その形状は球状に限定されず、粒状や繊維（ファイバ状）などであってもよい。ただ、球状の補助材 4 5 b を用いると、樹脂材料 4 5 a を均一に塗布でき、パターン形成がし易いという利点がある。なお、補助材 4 5 b の対向基板 2 の基板面からの高さは、上述した間隔保持材 4 5 の高さ H 1 とほぼ等しいことが望ましい。

【0 1 2 3】

また、間隔保持材 4 5 の硬さを向上させる方法として、図 1 2 に示すように、上記補助材 4 5 b の代わりに、電気絶縁性を有する微粒子 4 5 c を樹脂材料 4 5 a に混入する方法も有効である。この微粒子 4 5 c は、一般にフィラーと呼ばれるものであり、接着樹脂の粘度や硬度を調整するために接着樹脂に混入されるものである。したがって、この微粒子 4 5 c を樹脂材料 4 5 a に混入すれば、間隔保持材 4 5 の硬さを確実に向上できる。

【0 1 2 4】

なお、この微粒子 4 5 a における具体的な材料としては、例えば、ガラス、セラミック、プラスチックなどの微粒子を挙げることができる。また、補助材 4 5 b と微粒子 4 5 c との両者を樹脂材料 4 5 a に混入することで、樹脂材料 4 5 a の硬さを向上させることも可能である。

【0 1 2 5】

つづいて、導電接続材 3 および間隔保持材 4 5 のパターン形成をスクリーン印刷を用いて行う場合について説明する。

【0 1 2 6】

上述したように、導電接続材 3 および間隔保持材 4 5 は、それ自身が感光性を有する材料を用いて、フォトリソグラフィ技術によりパターン形成を行うことができる。

【0 1 2 7】

しかし、導電接続材 3 および間隔保持材 4 5 は、スクリーン印刷を用いてパターン形成することも可能である。この場合、導電接続材 3 のスクリーン印刷には Ni 系のメタルマスクを、間隔保持材 4 5 のスクリーン印刷には通常のメッシュスクリーン版を用いることができる。

【0 1 2 8】

導電接続材 3 のパターンは直径が $\Phi 50 \mu\text{m}$ 程度と細かいため、通常のメッシュスクリーン版ではきれいな印刷穴が形成できない。そこで、導電接続材 3 のスクリーン印刷には Ni 系のメタルマスクが適している。なお、導電接続材 3 には、Ag 系の導電粒子が含まれるエポキシ系接着ペーストを用いるとよい。

【0 1 2 9】

これに対して、間隔保持材 4 5 のスクリーン印刷には、通常のメッシュスクリーン版を用いることができる。なお、間隔保持材 4 5 には、ポリイミド高分子材料等からなる各種絶縁性印刷材料を使用することが可能である。

【0 1 3 0】

このように、導電接続材 3 および間隔保持材 4 5 のパターン形成にスクリーン印刷を用いると、フォトリソグラフィに比べてパターン精度が劣るものの、製造装置が安価となる。よって、画素ピッチが荒い二次元画像検出器に対しては非常に有効である。

【0 1 3 1】

つづいて、図 1 3 および図 1 4 を参照しながら、導電接続材 3 と間隔保持材 4 5 との両者を同一の基板に対してパターン形成する場合における、二次元画像検出器の貼り合わせプロセスについて説明する。なお、以下では、導電接続材 3 ・間隔保持材 4 5 を、アクティブマトリクス基板 1 に対してパターン形成する場合について説明する。

【0 1 3 2】

まず、図 1 3 (a) に示すように、アクティブマトリクス基板 1 の貼り合せ面に、間隔保持材 4 5 をパターン形成する。なお、間隔保持材 4 5 のパターン形成方法としては、前述した (B 1) ~ (B 3) の方法を用いることが可能である。そして、この中でも特に、(B 1) の方法は、間隔保持材 4 5 を精度良くパター

ン形成できるとともに、画素電極 14 に対して任意の形状に間隔保持材 45 を設計できる点で優れている。

【0133】

したがって、ここでは、この (B1) の方法による間隔保持材 45 のパターン形成について説明する。すなわち、この方法を用いる場合、まず、フィラーを含有し、適当な硬度を有する絶縁性の感光性樹脂シートを、アクティブマトリクス基板 1 における貼り合せ面のほぼ全面に貼付する。その後、この感光性樹脂シートに対して、露光・現像、およびポスト焼成処理を施す。これにより、アクティブマトリクス基板 1 上に、間隔保持材 45 となる感光性樹脂をアイランド状にパターン形成できる (請求項 8 における第一の工程)。なお、パターン形成後の感光性樹脂、すなわち間隔保持材 45 の高さ H1 は、約 $8\ \mu\text{m}$ となるように設計されている。

【0134】

次に、図 13 (b) に示すように、間隔保持材 45 がパターン形成されたアクティブマトリクス基板 1 における画素電極 14 上に対して、さらに、導電接続材 3 のパターン形成を行う。この時、先に形成した間隔保持材 45 のパターンにおける凹凸の影響で、アクティブマトリクス基板 1 上に、導電接続樹脂を均一に塗布成膜することが困難となっている。

【0135】

したがって、この下地の凹凸の影響を避けるため、導電接続材 3 のパターン形成では、熱可塑性樹脂層 (クッション層) を具備させた特殊な感光性樹脂シートを用いる。そして、このシートに対して貼付工程およびフォトリソグラフィ工程を施すことによって、導電接続材 3 のパターン形成を行うように設定されている (請求項 8 における第一の工程)。

【0136】

なお、この導電接続材 3 のパターン形成については後述する。また、パターン形成後の感光性樹脂、すなわち導電接続材 3 の高さ H2 は、約 $10\ \mu\text{m}$ となるように設計されている。

【0137】

次に、図 1 3 (c) に示すように、対向基板 2 と、間隔保持材 4 5 および導電接続材 3 のパターン形成されたアクティブマトリクス基板 1 との位置合わせを行う（請求項 8 における第二の工程）。この位置合わせは、両基板 1・2 における画素を互いに一致させるように、両基板 1・2 の貼り合せ面を対向配置することによって行われる。

【0 1 3 8】

つづいて、図 1 3 (d) に示すように、位置合わせされたアクティブマトリクス基板 1 および対向基板 2 に加熱圧着処理を施して両基板 1・2 を接続し（請求項 8 における第三の工程）、これにより、二次元画像検出器の貼り合わせプロセスが終了する。

【0 1 3 9】

ここで、熱可塑性樹脂層を有する感光性樹脂シートを用いた導電接続材 3 のパターン形成手順を、図 1 4 (a) ～ (c) を用いて説明する。図 1 4 (a) に示すように、感光性樹脂シート（貼付シート）1 0 1 は、感光性樹脂層（導電接続層）1 0 2，熱可塑性樹脂層（クッション層）1 0 3 および支持フィルム 1 0 4 が互いに積層された構成を有している。

【0 1 4 0】

そして、貼付工程では、この図に示すように、ヒートローラー 1 1 1 によって、この感光性樹脂シート 1 0 1 を、間隔保持材 4 5 のパターン形成されたアクティブマトリクス基板 1 上に貼付するようになっている（貼付工程）。さらに、この貼付工程の後、図 1 4 (b) (c) に示すように、支持フィルム 1 0 4 を除去して露光・現像処理（フォトリソグラフィ工程）を施すことにより、導電接続材 3 をパターン形成するように設定されている。

【0 1 4 1】

このように、熱可塑性樹脂層 1 0 3 を具備した感光性樹脂シート 1 0 1 を用いることで、間隔保持材 4 5 のパターンにおける凹凸の近傍であっても、気泡を巻き込むこともなく、感光性樹脂層 1 0 2 をアクティブマトリクス基板 1 に貼付できる。これにより、導電接続材 3 のパターン形成を簡便に行うことが可能となっている。

【0142】

以上のように、この貼り合わせプロセスでは、導電接続材 3 と間隔保持材 4 5 とを、ともに同一の基板上に形成するようになっている。これにより、アクティブマトリクス基板 1 と対向基板 2 とのうち、導電接続材 3 および間隔保持材 4 5 のパターン形成プロセスによって悪影響を受け易い方の基板に対する、パターン形成を回避することができる。

【0143】

例えば、導電接続材 3 や間隔保持材 4 5 のパターン形成プロセスに必要な薬液（現像液など）に曝されることで、対向基板 2 に形成されている半導体層 3 2 の特性が変化してしまうような場合もある。このような場合には、導電接続材 3 と間隔保持材 4 5 との両者をアクティブマトリクス基板 1 上にパターン形成することで、半導体層 3 2 の劣化を防止することが可能となる。

【0144】

なお、導電接続材 3 および間隔保持材 4 5 を一方の基板上にパターン形成する場合、先に形成したパターンの凹凸が、後のパターン形成の障害となる可能性を少しでも減らすことが好ましい。したがって、導電接続材 3 と間隔保持材 4 5 とのうち、パターン形成後の高さの低い方を先にパターン形成し、その後、他方をパターン形成することが望ましい。

【0145】

例えば、上記したように、間隔保持材 4 5 および導電接続材 3 の高さ $H_1 \cdot H_2$ （図 13（a）（b）参照）が、それぞれ約 $8 \mu m$ 、約 $10 \mu m$ に設定されている場合、間隔保持材 4 5 をパターン形成した後に、導電接続材 3 のパターン形成を行うようにすることが望ましい。

【0146】

また、熱可塑性樹脂層を具備した貼付シートの製造技術については、特開平 5-173320 号公報等において詳細に説明されている。また、図 13（a）を用いて示した間隔保持材 4 5 のパターン形成では、感光性樹脂のパターンが、間隔保持材 4 5 として作用することになる。また、図 14（a）に示したような感光性樹脂シート 101 は、支持フィルム 104 上に、少なくとも熱可塑性樹脂層

103と感光性樹脂層102とを具備していることが好ましい。また、図14(a)に示した感光性樹脂シート101の貼付工程は、感光性樹脂シート101をアクティブマトリクス基板1上に貼付する貼付工程である、と表現することもできる。

また、本実施の形態に示したアクティブマトリクス基板1は、請求項11および12における画素基板に相当する部材である。

【0147】

なお、本実施の形態は本発明の範囲を限定するものではなく、本発明の範囲内で種々の変更が可能である。例えば、以下のように構成することもできる。

【0148】

上記二次元画像検出器は、X線等の放射線に対する光導電性だけでなく、可視光や赤外光に対しても光導電性を示す半導体（光導電体）を使用することにより、X線（放射線）に加えて可視光や赤外光にも対応した二次元画像検出器としても使用することができる。

【0149】

ただし、この場合には、半導体（光導電体）の入射側に配設される上部電極17（図2）に、ITO、 SnO_2 等からなる可視光や赤外光を透過する透明電極を用いる必要がある。また、半導体（光導電体）の厚みも、可視光、赤外光の吸収効率に応じて最適化する必要がある。

【0150】

さらに、導電接続材3および間隔保持材45のパターン形成については、上述してきた光導電膜（半導体層）やセンサ構造によって限定されるものではなく、他の光導電材料やセンサ構造を用いた二次元画像検出器にも適用することができる。例えば、 $\alpha\text{-Se}$ や $\alpha\text{-Si}$ 等の半導体材料を光導電膜として使用することも可能である。

【0151】

また、対向基板（センサ基板）側の構造は、ガラス基板等の支持基板を持たずに半導体基板自身が支持基板の役割を果たす構造でもよいし、X線を可視光に変換する変換層（例えばCs1）と可視光センサを組み合わせた構造であってもよ

い。

【0 1 5 2】

さらに、間隔保持材 4 5 は、アクティブマトリクス基板 1 および対向基板 2 の両者に対して接着性あるいは粘着性を有する材料であってもよく、この場合、両基板の接続強度が向上する。また、間隔保持材 4 5 を構成する樹脂材料 4 5 a に、補助材 4 5 b (図 7 参照) と微粒子 4 5 c (図 1 2 参照) との両者を混入して用いることも可能である。

【0 1 5 3】

また、本実施の形態では、図 6 および図 7 において、導電接続材 3 の形状を円柱形状として示している。しかしながら、これに限らず、導電接続材 3 の形状を、図 1 5 に示すように、四角柱形状としてもよい。また、電極 1 7 (図 2 参照) を、T a の導電膜から構成してもよい。

【0 1 5 4】

以上のように、本実施の形態に係る二次元画像検出器は、格子状に配列された電極配線と、各格子点ごとに設けられた複数のスイッチング素子と、該スイッチング素子を介して該電極配線に接続される画素電極とからなる画素配列層と、該画素配列層のほぼ全面に対向して形成される電極部と、該画素配列層および該電極部の間に形成される光導電性を有する半導体層とを備えているのに加えて、上記画素配列層を含むアクティブマトリクス基板と、上記の電極部および半導体層を含む対向基板とを備えており、該アクティブマトリクス基板の画素配列層と、該対向基板の半導体層とが対向するように両基板が配置されており、これら両基板が上記画素電極に対応してパターニングされた導電性および接着性を有する導電接続材によって接続されているものであって、さらに、上記アクティブマトリクス基板と対向基板との間隙に、パターン形成された間隔保持材が配設されている。

【0 1 5 5】

このように、間隔保持材を配設することにより、両基板の接続不良が発生しない程度に強くプレスして貼り合わせ接続を行ったとしても、上記間隔保持材が両基板の間隔 (ギャップ) を一定以上に保持することができる。よって、両基板の

間隔が所定の値より狭くなることがなく、隣接して設けられている導電接続材同士が接触する（リーク不良）ことを防ぐことが可能となる。

【0 1 5 6】

なお、上記間隔保持材をパターン形成することにより、導電接続材が存在しない部分にのみ間隔保持材を配置することができる。よって、導電接続材に要求される導電性や接着剤に悪影響を与えることなく、上記の効果を得ることが可能となる。

【0 1 5 7】

また、本実施の形態に係る二次元画像検出器は、上記間隔保持材が、絶縁性材料によって形成されている。

【0 1 5 8】

このように、絶縁性材料からなる間隔保持材を使用することにより、導電接続材や間隔保持材のパターン精度が悪い場合、あるいは導電接続材が多少押しつぶされて形状が変化した場合に、たとえ両者が接触する状態になったとしても、隣接して設けられている導電接続材同士の間には絶縁性の間隔保持材が配設されているため、電氣的にリークすることを防ぐことができる。

【0 1 5 9】

また、本実施の形態に係る二次元画像検出器は、上記のアクティブマトリクス基板と対向基板との貼り合わせ前における上記間隔保持材の高さ $H1$ と上記導電接続材の高さ $H2$ との関係が、 $2 \times H1 \geq H2 \geq H1$ の条件を満たすように設定されている。

【0 1 6 0】

このように、導電接続材および間隔保持材の高さを $H2 \geq H1$ の条件を満たすように設定することにより、アクティブマトリクス基板と対向基板との貼り合わせにおいて、両基板の間隔が間隔保持材の高さに達するまでプレスを行うことができる。よって、導電接続材が間隔保持材との高さの差 $\Delta H (= H2 - H1)$ だけ押しつぶされて、導電接続材を両基板に完全に密着させることができる。したがって、確実な導電接続を得ることが可能となる。

【0 1 6 1】

また、導電接続材および間隔保持材の高さを $2 \times H1 \geq H2$ の条件を満たすように設定することにより、アクティブマトリクス基板と対向基板との貼り合わせ前後での導電接続材の面積変化を 2 倍以内に抑えることができる。よって、隣接して設けられている導電接続材同士の接触による隣接画素へのリークをより確実に防止することができる。

【0162】

また、本実施の形態に係る二次元画像検出器は、上記間隔保持材が、上記画素電極に対応してパターン形成された導電接続材を囲むように格子状に形成されている。

【0163】

このように、導電接続材を囲むように間隔保持材を配設することにより、導電接続材や間隔保持材のパターン精度が悪い場合、あるいは導電接続材が押しつぶされて形状が変化した場合に、たとえ両者が接触する状態になったとしても、隣接して設けられている導電接続材同士は間隔保持材によって隔てられているため、電氣的にリークすることは防ぐことができる。

【0164】

また、本実施の形態に係る二次元画像検出器は、上記間隔保持材が、絶縁性の粒子状あるいはファイバ状（繊維状・繊維片）の補助材を液状の樹脂材料中に混入させたものである。

【0165】

このように、間隔保持材の樹脂中に補助材を混入させることにより、間隔保持材の樹脂が軟質な樹脂材料からなる場合でも、その中に絶縁性の粒子あるいはファイバ片を分散させておくことで、十分な間隔保持力を発揮することが可能となる。

【0166】

また、本実施の形態に係る二次元画像検出器は、上記間隔保持材が、上記導電接続材の熱圧着による接続プロセス環境下において、上記導電接続材より高い硬度を有するように設定されている。

【0167】

このように、導電接続材の熱圧着状態における導電接続材および間隔保持材の硬度を設定することにより、熱圧着によりアクティブマトリクス基板と対向基板との貼り合わせ接続を行う場合、導電接続材がわずかに軟化する温度環境下であっても、間隔保持材は十分な間隔保持力を発揮することが可能となる。

【0168】

また、本実施の形態に係る二次元画像検出器は、上記間隔保持材がポリイミド高分子材料から形成されている。

【0169】

ポリイミド高分子材料は、電気絶縁性に優れており、軟化点も300℃以上であり、さらに放射線に対しても安定な材料である。よって、ポリイミド高分子材料を間隔保持材として好適に使用することができる。

【0170】

さらに、本実施の形態に係る二次元画像検出器の製造方法は、上記のアクティブマトリクス基板および対向基板のうち、どちらか一方の基板上に上記導電接続材をパターン形成するとともに、他方の基板上に上記間隔保持材をパターン配置した後、両基板を貼り合わせて接続する。

【0171】

このように、導電接続材と間隔保持材とを別々の基板上に形成することにより、個々の材料のパターン形成を容易に行うことができる。なお、一方の基板上に導電接続材および間隔保持材をパターン形成することも可能ではあるが、先に形成したパターンが、後のパターン形成の障害となるので、その場合は使用する材料やプロセスに工夫が要求される。

【0172】

【発明の効果】

本発明にかかる第一の二次元画像検出器は、以上のように、格子状に配列された電極配線と、各格子点ごとに設けられた複数のスイッチング素子と、該スイッチング素子を介して該電極配線に接続される画素電極とからなる画素配列層を含むアクティブマトリクス基板と、該画素配列層のほぼ全面に対向して形成される電極部と、該画素配列層および該電極部の間に形成される光導電性を有する半導

体層とを含む対向基板とを備えており、これら両基板が、該アクティブマトリクス基板の画素配列層と、該対向基板の半導体層とが対向するように配置されるとともに、該画素電極に対応してパターン形成された導電性および接着性を有する導電接続材によって接続されており、さらに、これら両基板の間隙に、両基板の間隔を保持する間隔保持材がパターン形成されている構成である。

【0173】

それゆえ、画素配列層を含むアクティブマトリクス基板と、電極部および半導体層を含む対向基板とを画素電極に対応してパターニングされた導電接続材によって接続することで、上記アクティブマトリクス基板と対向基板とを別々に作成することが可能となる。

【0174】

よって、半導体層の成膜温度と、アクティブマトリクス基板上のスイッチング素子の耐熱性との関係により、従来では使用できなかった材料を上記半導体層に使用することができるという効果を奏する。特に、上記半導体層に、従来より感度（S/N比）が高い、例えばCdTeもしくはCdZnTe化合物半導体等を用いることで、従来よりも、二次元画像検出器の応答性を向上させることができると共に、動画像の検出も可能となるという効果を奏する。

【0175】

加えて、間隔保持材を配設することにより、両基板の接続不良が発生しない程度に強くプレスして貼り合わせ接続を行ったとしても、間隔保持材が両基板の間隔（ギャップ）を一定以上に保持することができる。したがって、両基板の間隔が所定の値より狭くなることがなく、隣接して設けられている導電接続材同士が接触する（リーク不良）ことを防ぐことが可能となるという効果を奏する。

【0176】

また、上記間隔保持材をパターン形成することにより、導電接続材が存在しない部分にのみ間隔保持材を配置することができる。よって、導電接続材に要求される導電性や接着剤に悪影響を与えることなく、上記の効果を得ることが可能となる。

【0177】

また、上記間隔保持材は、上記導電接続材を囲むように格子状に形成されていることが好ましい。これにより、導電接続材や間隔保持材のパターン精度が悪い場合、あるいは導電接続材が押しつぶされて形状が変化した場合に、たとえ両者が接触する状態になったとしても、隣接して設けられている導電接続材同士は間隔保持材によって隔てられているため、導電接続材同士が接触する（リーク不良）ことを防ぐことができるという効果を奏する。

【0178】

さらに、上記間隔保持材は、電気絶縁性を有する材料によって形成されていることが好ましい。これにより、導電接続材や間隔保持材のパターン精度が悪い場合、あるいは導電接続材が多少押しつぶされて形状が変化した場合に、たとえ両者が接触する状態になったとしても、隣接して設けられている導電接続材同士の間には絶縁性の間隔保持材が配設されているため、電氣的にリークすることをより確実に防ぐことができるという効果を奏する。

【0179】

また、上記間隔保持材は、上記導電接続材の接続工程の熱圧着環境下において、該導電接続材より高い硬度を有するように設定されていることも好ましいといえる。このように設定すれば、熱圧着によりアクティブマトリクス基板と対向基板の貼り合わせ接続を行う場合、導電接続材がわずかに軟化する温度環境下であっても、間隔保持材は十分な間隔保持力を発揮することができるという効果を奏する。

【0180】

また、上記間隔保持材は、感光性を有する樹脂材料よりなっていることが好ましい。これにより、間隔保持材のパターン精度を高く設定することができるという効果を奏する。

【0181】

また、間隔保持材を構成する樹脂材料としては、ポリイミド高分子材料を用いることが好ましい。このようにすれば、電気絶縁性に優れており、軟化点も300℃以上であり、さらに放射線に対しても安定であるという優れた特性を有する間隔保持材を作成できる。

【0182】

また、この間隔保持材は、電気絶縁性を有する樹脂材料中に、電気絶縁性を有する補助材またはフィラーを混入したものによって構成してもよい。これにより、間隔保持材の樹脂材料が軟質のものである場合でも、その内部に電気絶縁性を有する補助材やフィラーを分散させておくことで、十分な間隔保持力を発揮することが可能となるという効果を奏する。

【0183】

また、間隔保持材として、電気絶縁性を有する液状の樹脂材料中に、導電接続材の接続工程の熱圧着環境下での変形量が小さく、電気絶縁性を有する補助材を混入したものを用いてもよい。このようにしても、間隔保持材の間隔保持力を十分に高めることが可能となる。

【0184】

また、本発明にかかる第一の二次元画像検出器の製造方法は、以上のように、格子状に配列された電極配線と、各格子点ごとに設けられた複数のスイッチング素子と、該スイッチング素子を介して該電極配線に接続される画素電極とからなる画素配列層を含むアクティブマトリクス基板、および、該画素配列層のほぼ全面に対向して形成される電極部と、該画素配列層および該電極部の間に形成される光導電性を有する半導体層とを含む対向基板のうち、どちらか一方の基板上に、該画素電極に対応して導電性および接着性を有する導電接続材をパターン形成する第一の工程と、他方の基板上に、電気絶縁性を有し、両基板の間隔を保持する間隔保持材を該導電接続材を囲むように格子状にパターン形成する第二の工程と、両基板を、該アクティブマトリクス基板の画素配列層と、該対向基板の半導体層とが対向するように配置する第三の工程と、両基板を、該導電接続材を介して接続して貼り合わせる第四の工程とを含んでいる方法である。

【0185】

それゆえ、従来のように、既に画素配列層が形成されている基板上に新たに半導体層を形成する必要がない。よって、従来では使用できなかった材料、例えば CdTe もしくは CdZnTe 化合物半導体を上記半導体層に使用することができるという効果を奏する。そして、これらの半導体材料を用いることにより、二

次元画像検出器の応答性が改善され、動画像の検出も可能となるという効果を奏する。

【0 1 8 6】

加えて、間隔保持材を配設することにより、両基板の接続不良が発生しない程度に強くプレスして貼り合わせ接続を行ったとしても、上記間隔保持材が両基板の間隔（ギャップ）を一定以上に保持することができる。したがって、両基板の間隔が所定の値より狭くなることなく、隣接して設けられている導電接続材同士が接触する（リーク不良）ことを防ぐことができるという効果を奏する。

【0 1 8 7】

また、上記間隔保持材をパターン形成することにより、導電接続材が存在しない部分にのみ間隔保持材を配置することができる。したがって、導電接続材に要求される導電性や接着剤に悪影響を与えることなく、上記の効果を得ることが可能となる。

【0 1 8 8】

さらに、導電接続材と間隔保持材とをそれぞれ別々の基板上に形成しているので、個々の材料のパターン形成を容易に行うことができる。なお、一方の基板上に、導電接続材および間隔保持材をパターン形成することも可能であるが、先に形成したパターンが、後のパターン形成の障害となるので、その場合は使用する材料やプロセスに工夫が要求される。

【0 1 8 9】

また、本発明にかかる第二の二次元画像検出器の製造方法は、以上のように、格子状に配列された電極配線と、各格子点ごとに設けられた複数のスイッチング素子と、該スイッチング素子を介して該電極配線に接続される画素電極とからなる画素配列層を含むアクティブマトリクス基板、および、該画素配列層のほぼ全面に対向して形成される電極部と、該画素配列層および該電極部の間に形成される光導電性を有する半導体層とを含む対向基板のうち、どちらか一方の基板上に、電気絶縁性を有し、両基板の間隔を保持する間隔保持材と、該画素電極に対応して導電性および接着性を有する導電接続材との両者をパターン形成する第一の工程と、両基板を、該アクティブマトリクス基板の画素配列層と、該対向基板の

半導体層とが対向するように配置する第二の工程と、両基板を、該導電接続材を介して接続して貼り合わせる第三の工程とを含んでいる方法である。

【0190】

それゆえ、従来のように、既に画素配列層が形成されている基板上に新たに半導体層を形成する必要がない。よって、従来では使用できなかった材料、例えば CdTe もしくは CdZnTe 化合物半導体を上記半導体層に使用することができるという効果を奏する。そして、これらの半導体材料を用いることにより、二次元画像検出器の応答性が改善され、動画像の検出も可能となるという効果を奏する。

【0191】

加えて、間隔保持材を配設することにより、両基板の接続不良が発生しない程度に強くプレスして貼り合わせ接続を行ったとしても、上記間隔保持材が両基板の間隔（ギャップ）を一定以上に保持することができる。したがって、両基板の間隔が所定の値より狭くなることなく、隣接して設けられている導電接続材同士が接触する（リーク不良）ことを防ぐことができるという効果を奏する。

【0192】

また、上記間隔保持材をパターン形成することにより、導電接続材が存在しない部分にのみ間隔保持材を配置することができる。したがって、導電接続材に要求される導電性や接着剤に悪影響を与えることなく、上記の効果を得ることが可能となる。

【0193】

さらに、導電接続材と間隔保持材とをともに同一の基板上に形成しているので、アクティブマトリクス基板と対向基板とのうち、導電接続材や間隔保持材のパターン形成プロセスによって悪影響を受け難い方の基板上に両者を形成することができる。

【0194】

また、上記した第一および第二の二次元画像検出器の製造方法では、前記導電接続材および前記導電接続材における少なくとも一方のパターン形成を、感光性樹脂シートに対する貼付工程とフォトリソグラフィ工程とによって行うことが好

ましい。

これにより、二次元画像検出器の面積が大きくても、感光性樹脂シートの貼付工程を用いているので、導電接続材や間隔保持材を均一な厚みで容易に形成できるという効果を奏する。

【0 1 9 5】

また、感光性樹脂シートとして、特開平 5 - 1 7 3 3 2 0 号公報に記載されているように、熱可塑性樹脂層を具備させた樹脂シートを用いることで、貼付を行うおうとする下地に凹凸が存在していたとしても、気泡の巻き込みなどを最小限に抑えながら感光性樹脂シートを貼付することができる。

【0 1 9 6】

また、第一および第二の二次元画像検出器の製造方法では、前記アクティブマトリクス基板と対向基板とを貼り合わせる前においては、導電接続材が間隔保持材よりも高くなるように、これら導電接続材および間隔保持材をパターン形成するように設定されていることが好ましい。

【0 1 9 7】

これにより、アクティブマトリクス基板と対向基板との貼り合わせにおいて、両基板の間隙が間隔保持材の高さに達するまでプレスを行うことができる。したがって、導電接続材が間隔保持材との高さの差だけつぶされて、導電接続材を両基板に完全に密着させることができるので、確実な導電接続を得ることが可能となるという効果を奏する。

【0 1 9 8】

また、本発明にかかる第二の二次元画像検出器は、以上のように、複数の画素を有する画素配列層を備えた画素基板と、入射光に応じて電荷を発生する光導電層を備えた対向基板とが対向して設けられた二次元画像検出器において、画素配列層における各画素に対応して設けられ、画素配列層と光導電膜とを電氣的に接続する導電接続材と、上記両基板の間隔を保持する間隔保持材とを備えている構成である。

【0 1 9 9】

上記の構成では、画素基板と対向基板とが互いに対向するように配されており

、これら各基板に、画素配列層と光導電膜とがそれぞれ設けられている。

対向基板に設けられた光導電膜は、光（放射線等）の入射によって電荷を発生する薄膜であり、例えば半導体膜から構成されるものである。また、この光導電膜は、画素基板の画素配列層に対向して設けられている。

【0200】

この二次元画像検出器では、画素配列層と光導電膜とを、それぞれ異なる基板上に形成するようになっており、画素配列層上に光導電膜を形成することを回避している。これにより、光導電膜に施される熱処理が、画素配列層に影響することを防止できる。

したがって、光導電膜の材料として、入射光に対する応答性および感度の高い、高い温度での熱処理を要する材料を採用することが可能となる。これにより、二次元画像検出の応答性を改善できるようになっている。

【0201】

また、上記のような材料を用いれば、光導電膜に対する印加電圧を低くできるので、この膜を高電圧から保護するための誘電体層を設ける必要がない。このため、誘電体層に残留する電荷を除去する工程が不要となるので、連続的な画像検出、すなわち動画検出も可能となる。

【0202】

さらに、上記両基板の間隔を保持するための間隔保持材を備えているので、両基板に対する貼り合わせ接続の際、基板間隔が狭くなり過ぎることを防止できる。これにより、導電接続材の破損や、隣接配置されている導電接続材どうしの接触（リーク不良）を抑制できる。

【0203】

また、本発明の第三の二次元画像検出器の製造方法は、以上のように、複数の画素を有する画素配列層を備えた画素基板と、入射光に応じて電荷を発生する光導電層を備えた対向基板とを有する二次元画像検出器の製造方法において、上記両基板のいずれか一方に、画素配列層の画素に対応させて導電接続材を形成する接続材形成工程と、上記両基板のいずれか一方に、両基板の間隔を保持する間隔保持材を形成する保持材形成工程と、上記両基板を、画素配列層と半導体層とを

対向させるように貼り合わせる貼り合わせ工程とを含む方法である。

【0204】

この製造方法では、画素配列層の上に半導体層を形成することを回避しているため、光導電膜の材料として、入射光に対する応答性および感度の高い、高温の熱処理を要する材料を採用できる。これにより、応答性が高く、動画検出の可能な二次元画像検出を製造できるようになっている。

【0205】

また、この製造方法では、画素基板と対向基板とを、画素配列層における各画素に対応して設けられた導電接続材によって接続するようになっている。これにより、各画素間における電氣的絶縁性を確保しながら、各画素と光導電膜とを電氣的に接続できる。したがって、クロストークのない二次元画像検出器を製造することが可能となる。

【0206】

また、この製造方法では、両基板を貼り合わせる前に、いずれか一方の基板上に、間隔保持材を形成するように設定されている。これにより、貼り合わせ工程において、基板間隔が狭くなり過ぎることを防止できる。したがって、導電接続材の破損や、隣接配置されている導電接続材どうしの接触を抑制できるようになっている。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施の形態に係る二次元画像検出器の全体構成の概略を示す断面図である。

【図2】

図1に示した二次元画像検出器の1画素当たりの構成（図1の領域A）を示す断面図である。

【図3】

図1に示した二次元画像検出器の貼り合わせプロセスを示す説明図であり、図3（a）は導電接続材のパターン形成の工程、図3（b）は間隔保持材のパターン形成の工程、図3（c）はアクティブマトリクス基板と対向基板との位置合わ

せの工程、図 3 (d) はアクティブマトリクス基板と対向基板との貼り合わせの工程を示す。

【図 4】

図 1 に示した二次元画像検出器の貼り合わせプロセスを示す説明図であり、図 4 (a) は基板の貼り合わせ前の導電接続材および間隔保持材、図 4 (b) は基板の貼り合わせ後の導電接続材および間隔保持材を示す。

【図 5】

図 1 に示した二次元画像検出器のアクティブマトリクス基板に形成されている各電極の配線パターンの一例を示す平面図である。

【図 6】

図 1 に示した二次元画像検出器のアクティブマトリクス基板に対する導電接続材および間隔保持材の配置関係を示す平面図である。

【図 7】

図 1 に示した二次元画像検出器の間隔保持材の一例を示す断面図である。

【図 8】

本発明の前提となる技術に係る二次元画像検出器の全体構成の概略を示す断面図である。

【図 9】

図 8 に示した二次元画像検出器の 1 画素当たりの構成 (図 8 の領域 B) を示す断面図である。

【図 10】

従来の放射線二次元画像検出器の構成を示す斜視図である。

【図 11】

図 10 に示した従来の放射線二次元画像検出器の 1 画素当たりの構成を示す断面図である。

【図 12】

図 1 に示した二次元画像検出器における間隔保持材に、微粒子を混入した状態を示す断面図である。

【図 13】

図 1 に示した二次元画像検出器における他の貼り合わせプロセスを示す説明図であり、図 1 3 (a) は、間隔保持材のパターン形成工程、図 1 3 (b) は、導電接続材のパターン形成工程、図 1 3 (c) は、アクティブマトリクス基板と対向基板との位置合わせ工程、図 1 3 (d) は、アクティブマトリクス基板と対向基板との貼り合わせ工程を示す説明図である。

【図 1 4】

図 1 3 (b) に示した導電接続材のパターン形成工程を詳細に示す説明図であり、図 1 4 (a) は、感光性樹脂シートをアクティブマトリクス基板に貼付する工程、図 1 4 (b) は、感光性樹脂シートから支持フィルムを除去する工程、図 1 4 (c) は、感光性樹脂層に対するフォトリソグラフィ工程を示す説明図である。

【図 1 5】

図 1 に示した二次元画像検出器における導電接続材の他の形状を示す平面図である。

【図 1 6】

図 1 に示した二次元画像検出器における 1 画素当たりの等価回路図である。

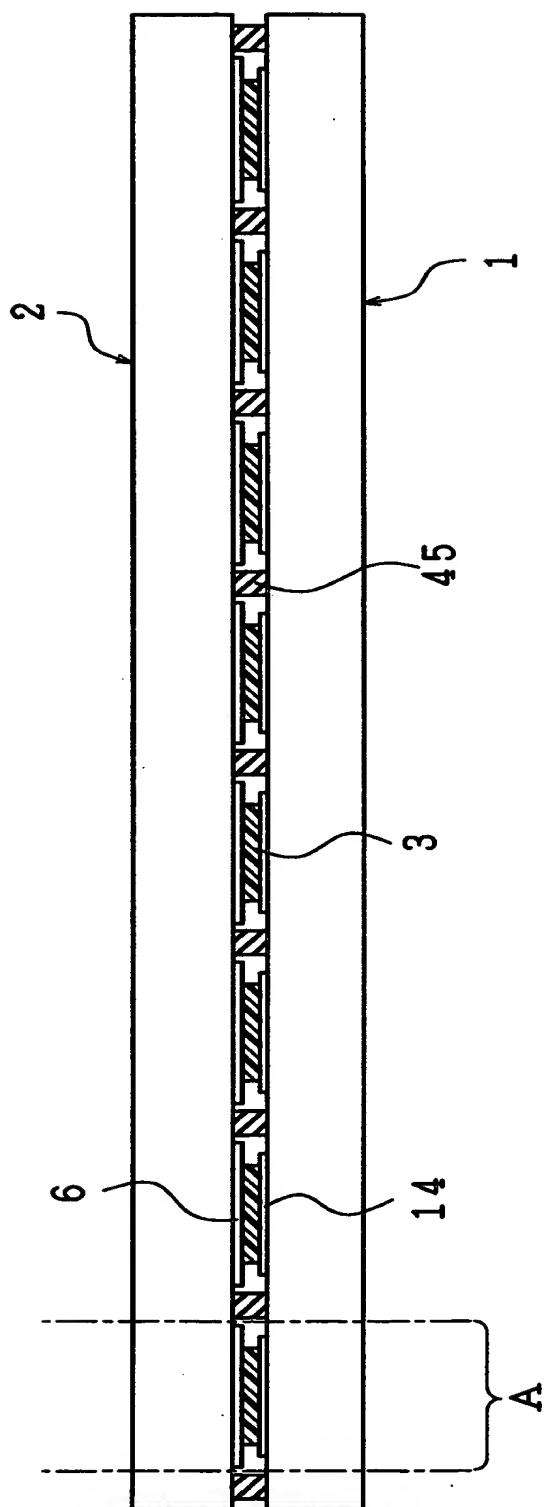
【符号の説明】

- 1 アクティブマトリクス基板
- 2 対向基板
- 3 導電接続材
- 5 T F T (スイッチング素子)
- 8 ゲート電極 (電極配線)
- 9 ソース電極 (電極配線)
- 1 4 画素電極
- 1 7 上部電極 (電極部)
- 3 2 半導体層
- 4 0 画素配列層
- 4 5 間隔保持材
- 4 5 a 樹脂材料

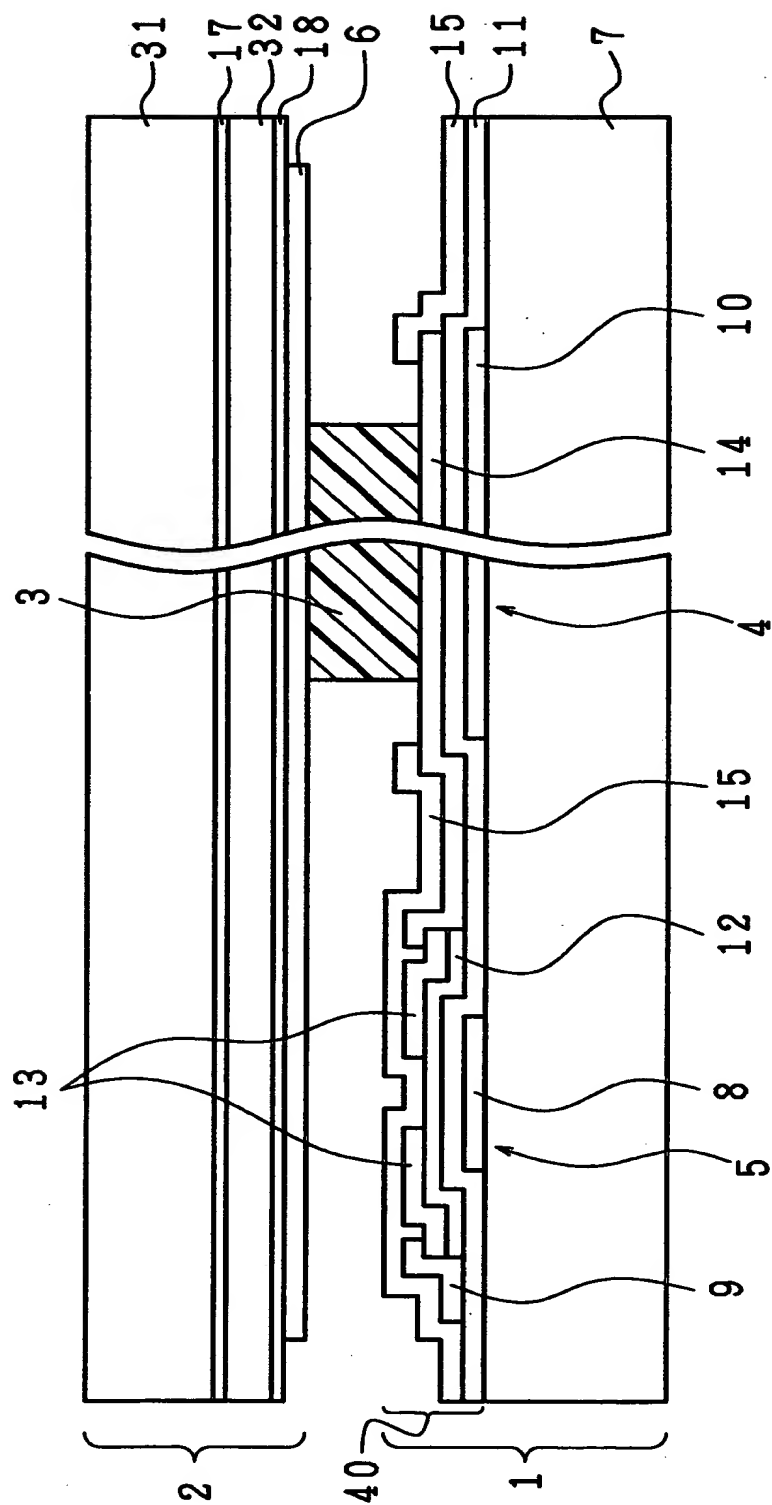
- 4 5 b 補助材
- 1 0 1 感光性樹脂シート
- 1 0 2 感光性樹脂層
- 1 0 3 熱可塑性樹脂層
- 1 0 4 支持フィルム
- 1 1 1 ヒートローラー
- H 2 基板の貼り合わせ前の導電接続材の高さ
- H 1 基板の貼り合わせ前の間隔保持材の高さ

【書類名】 図面

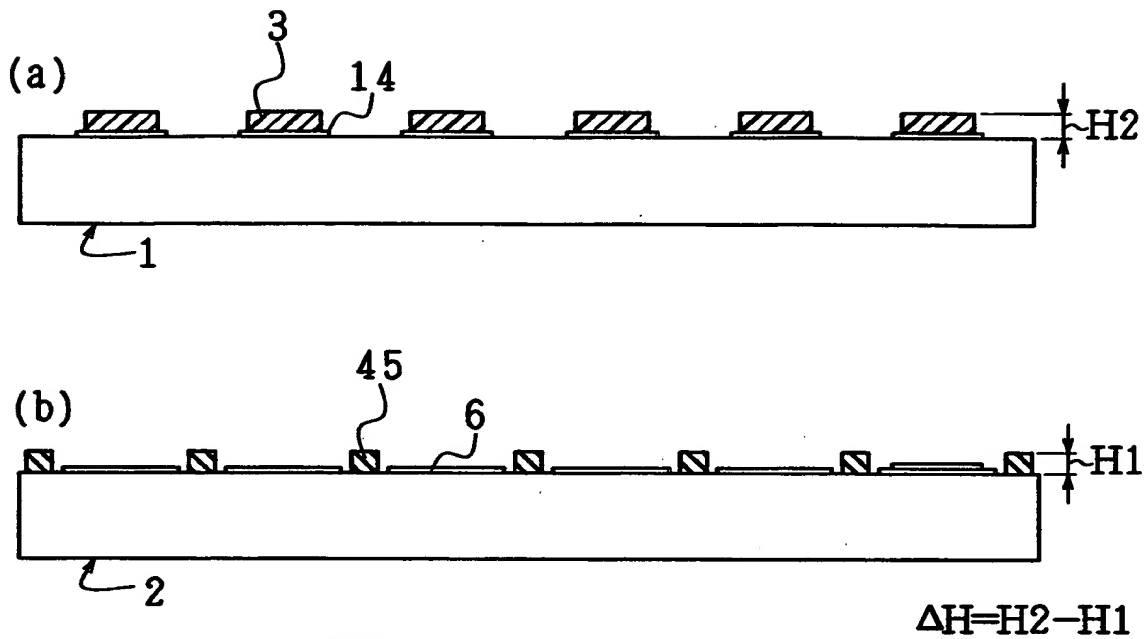
【図 1】



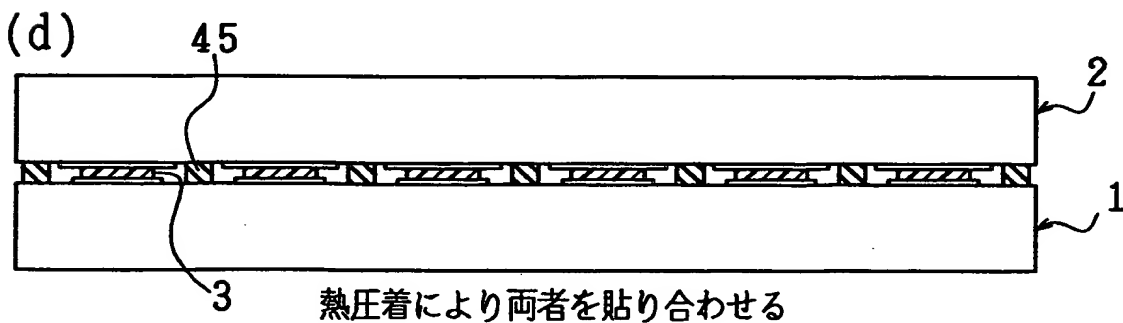
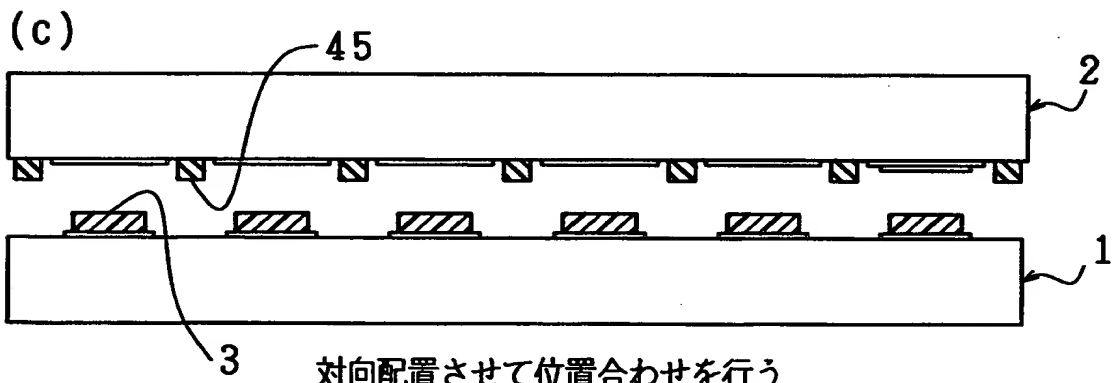
【図2】



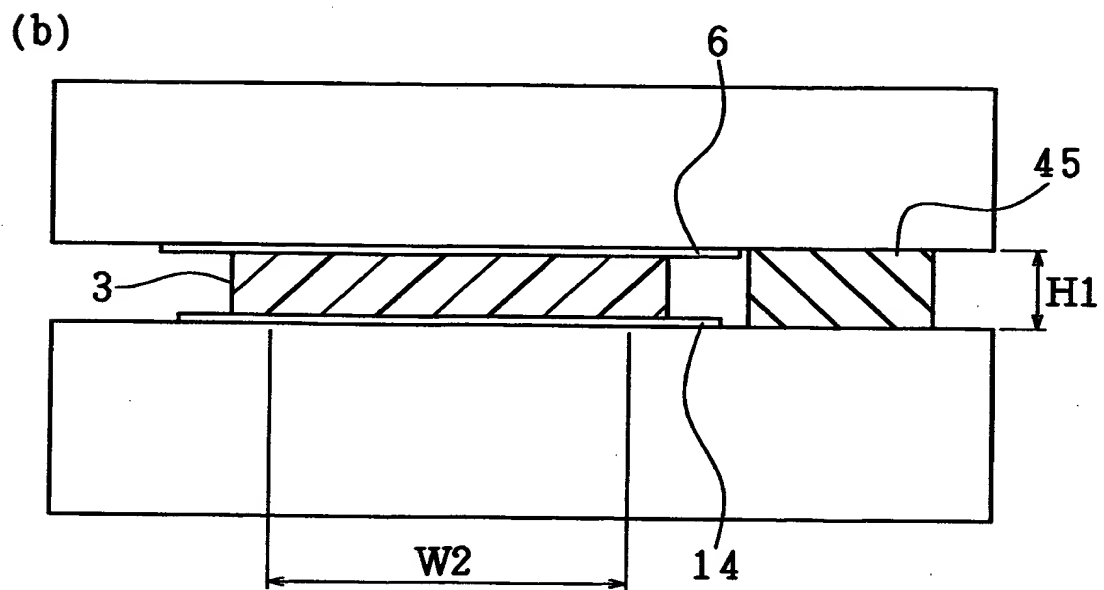
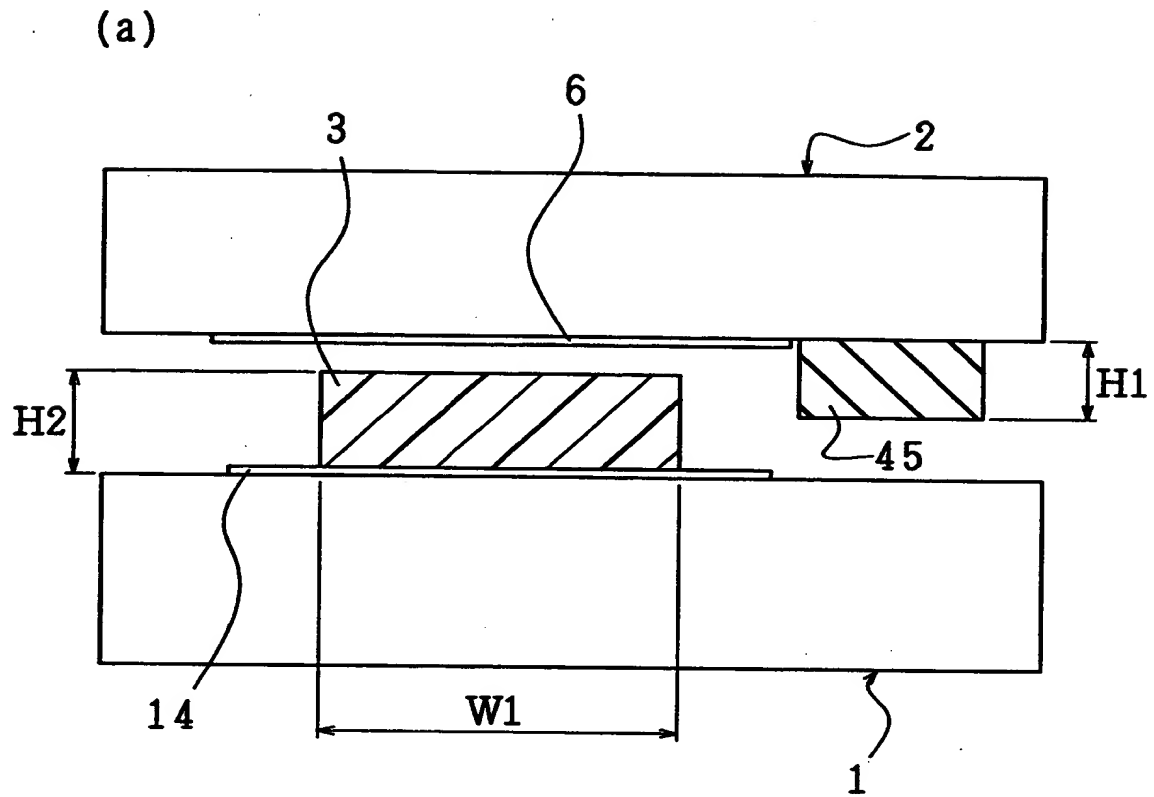
【図 3】



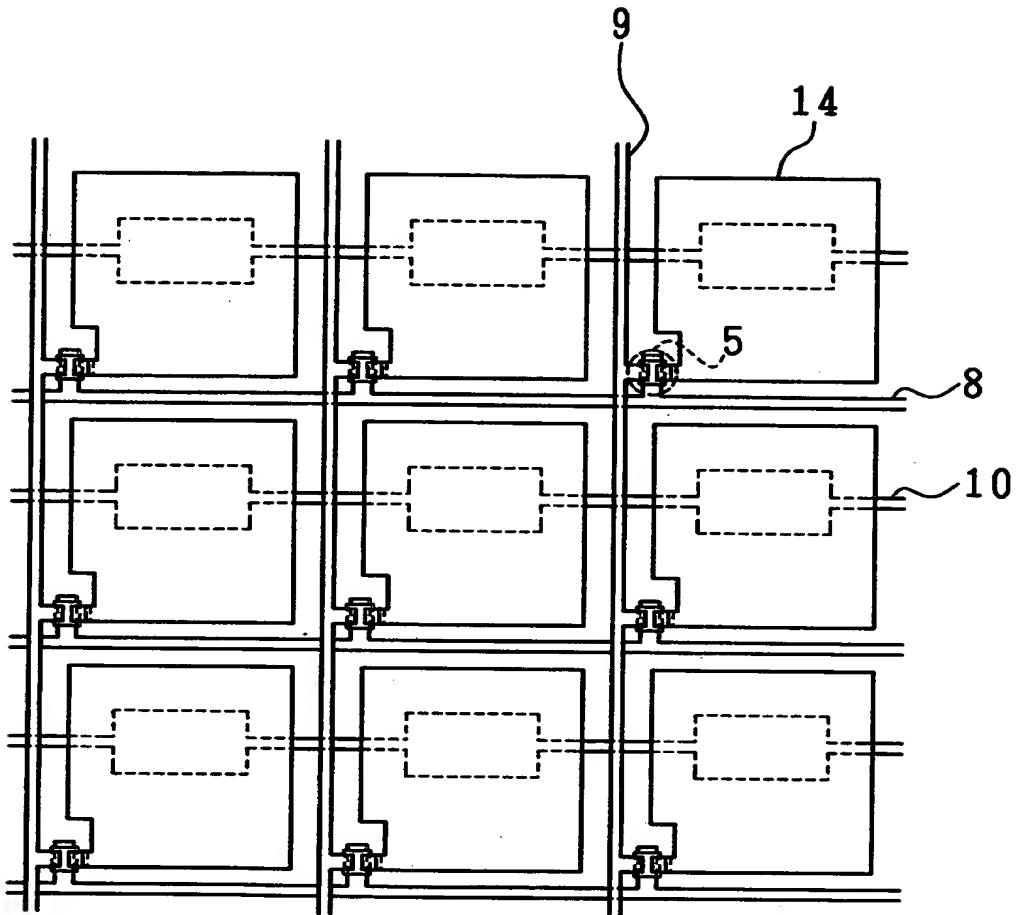
各基板の上に導電接続材、間隔保持材をパターン形成する



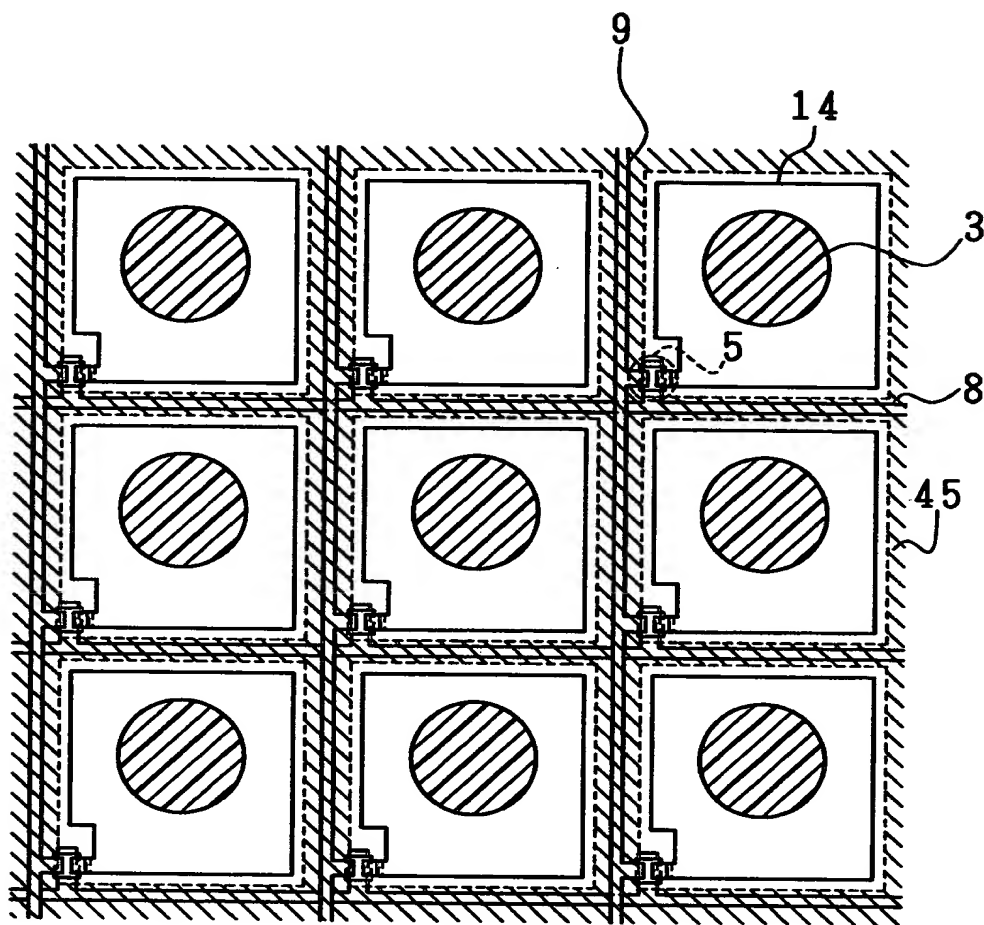
【図 4】



【図 5】

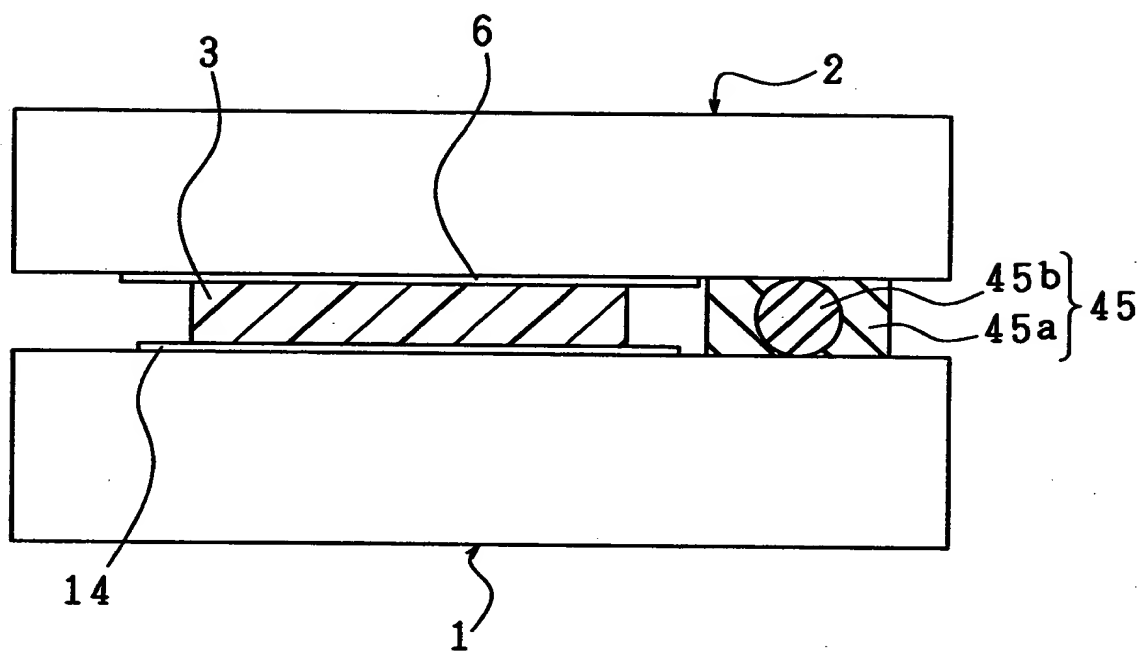


【図 6】

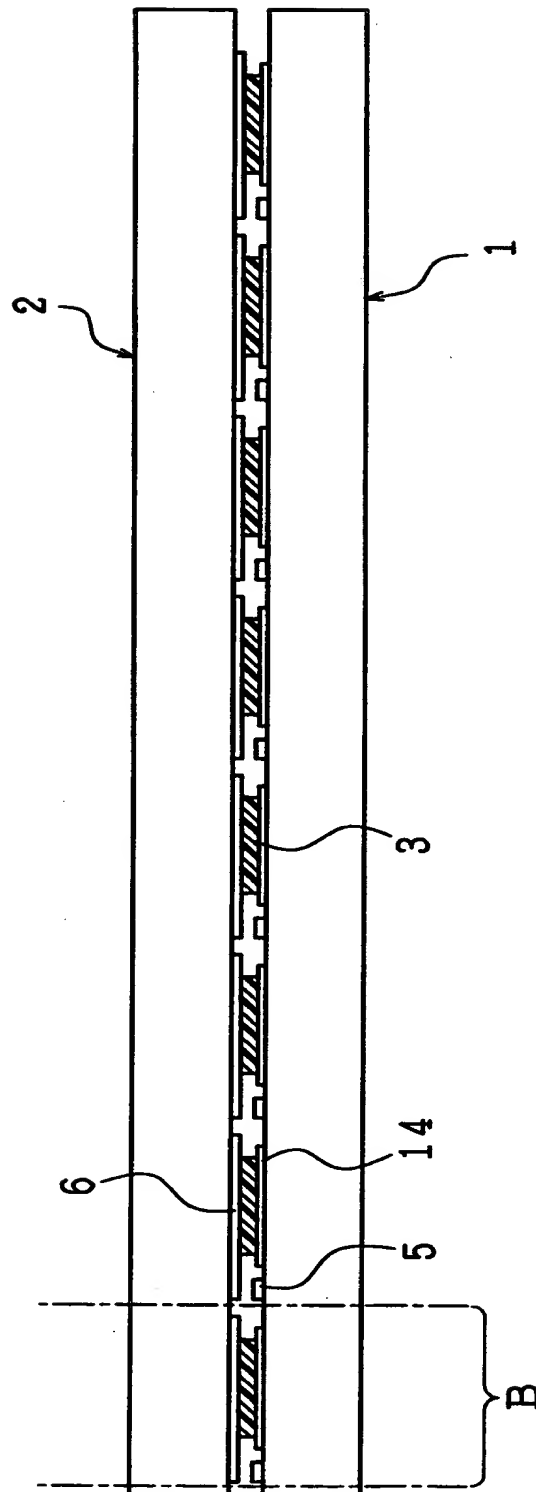


(Cs 電極 10 は省略)

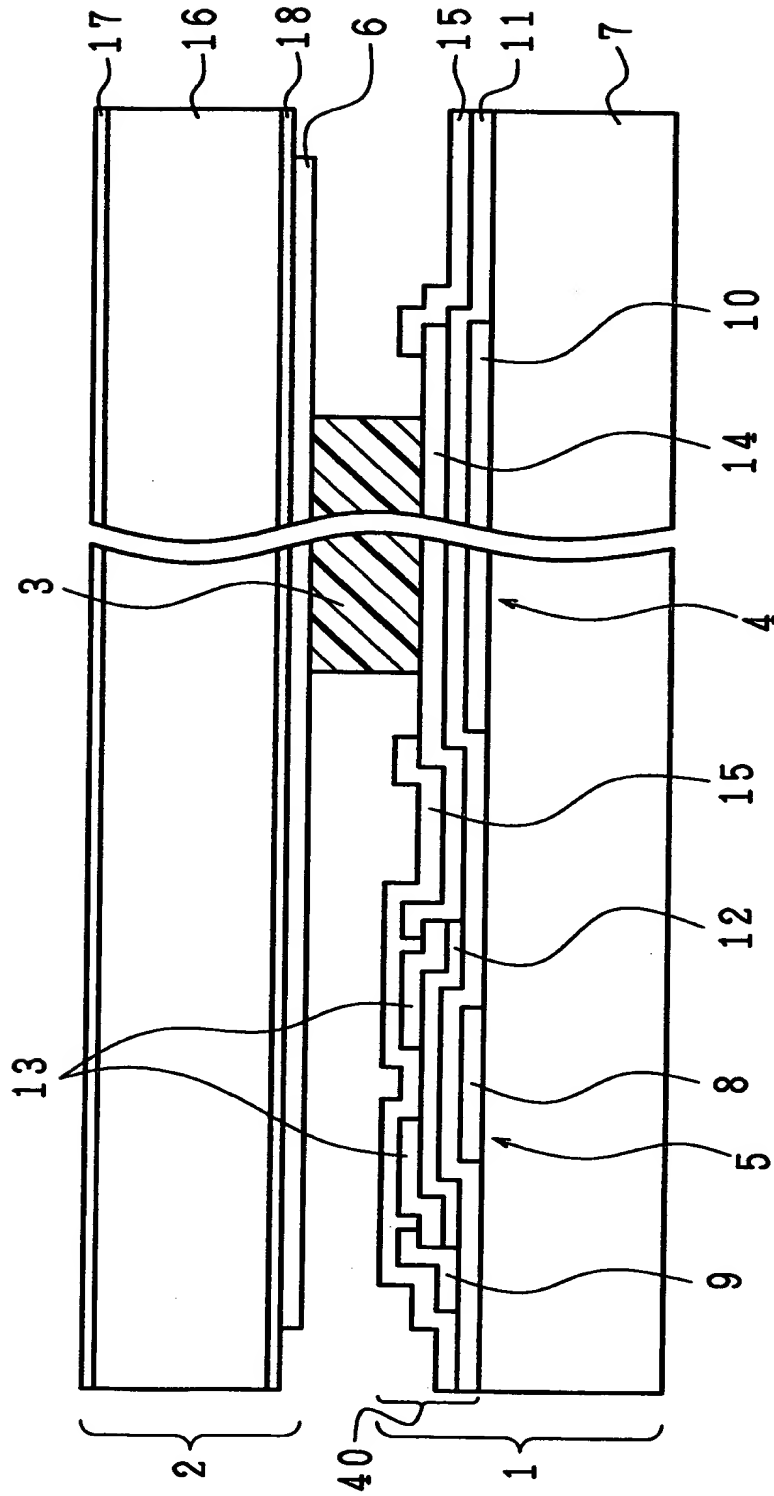
【図 7】



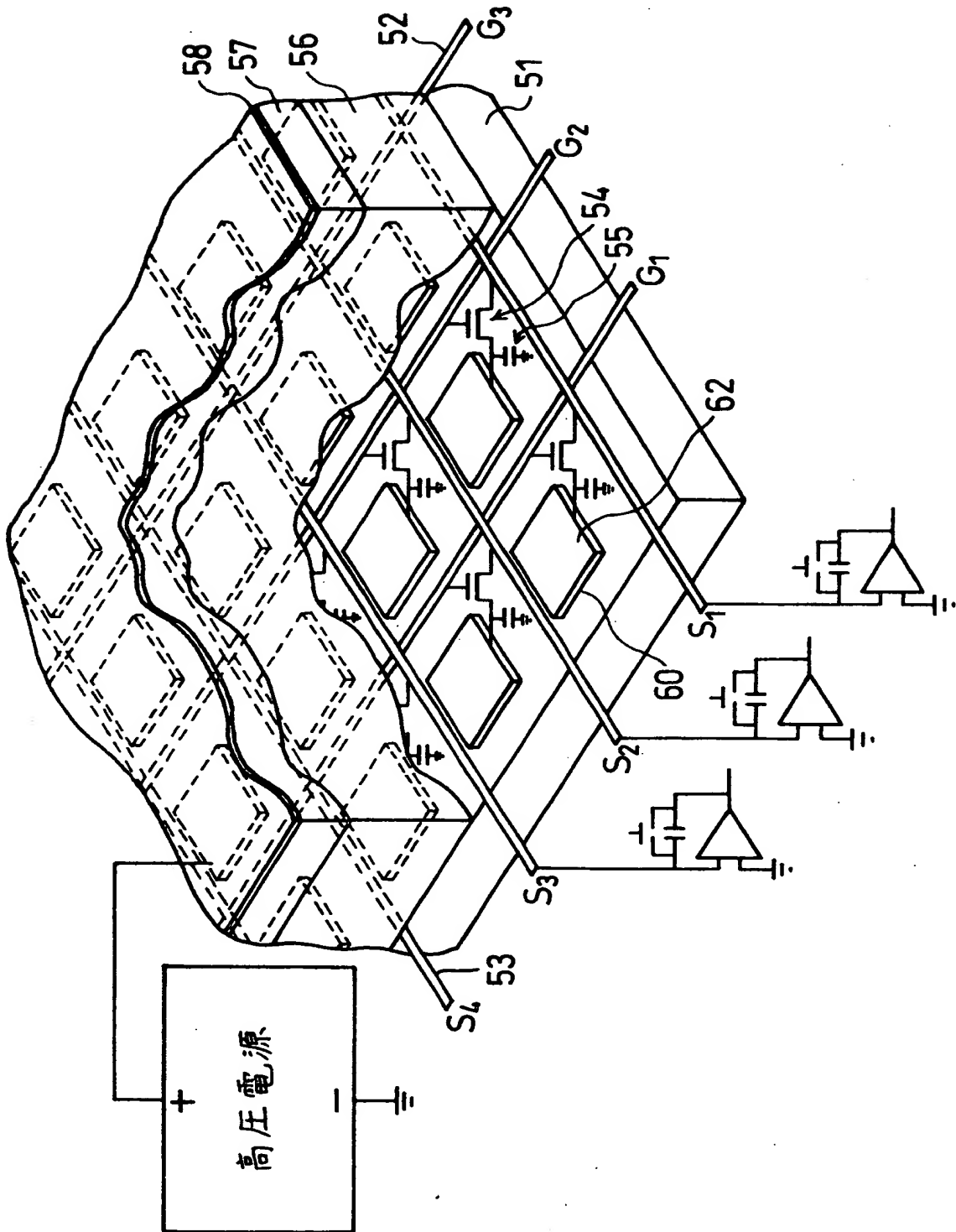
【図 8】



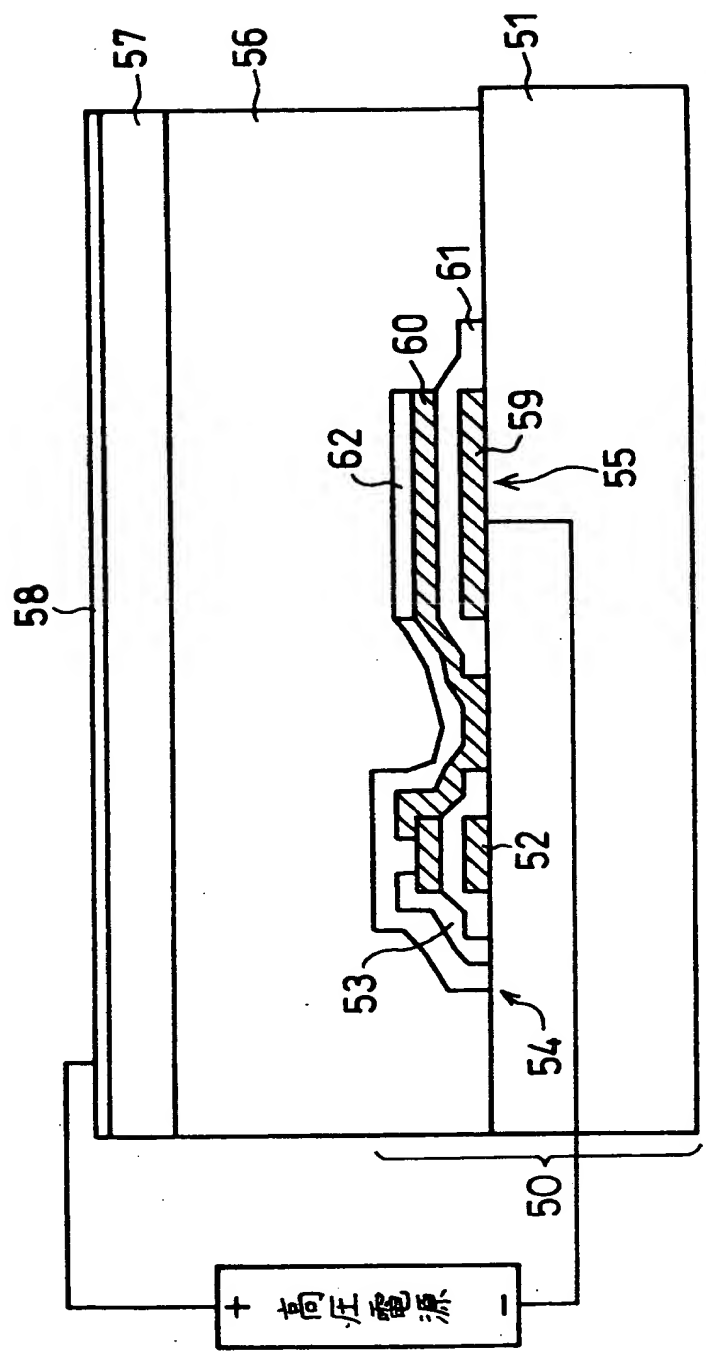
【図 9】



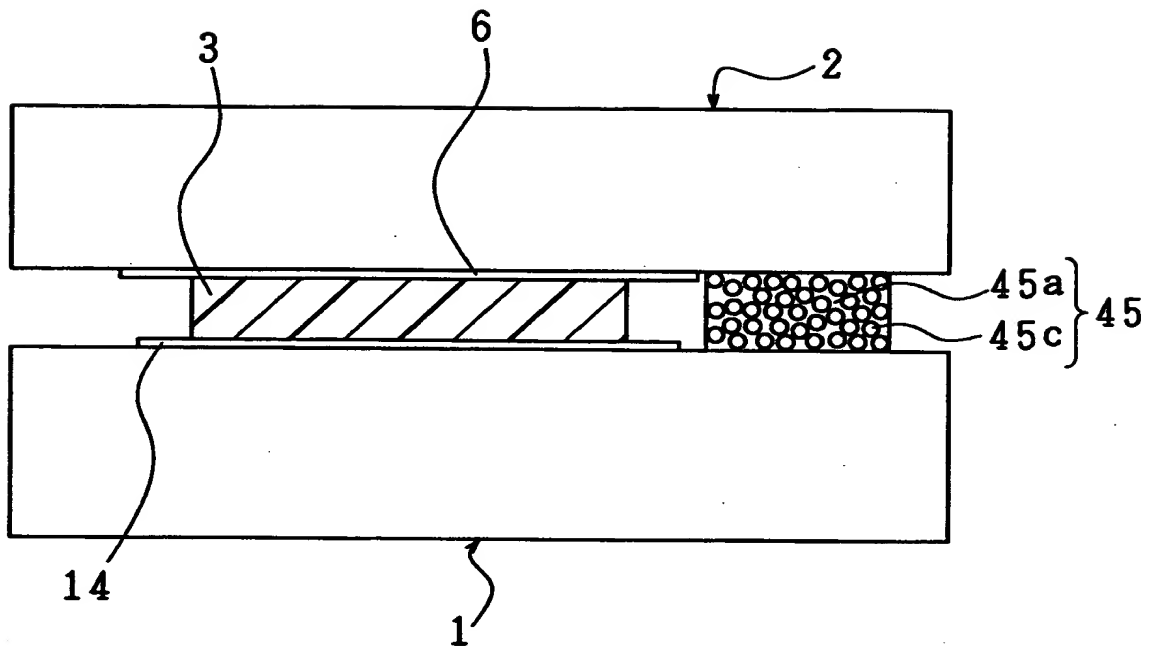
【図 10】



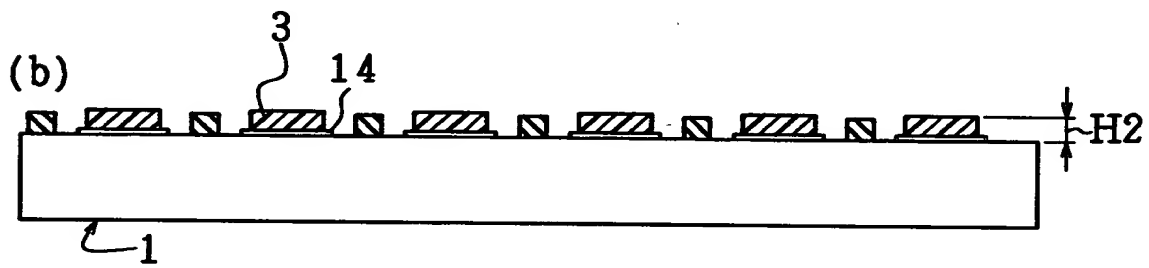
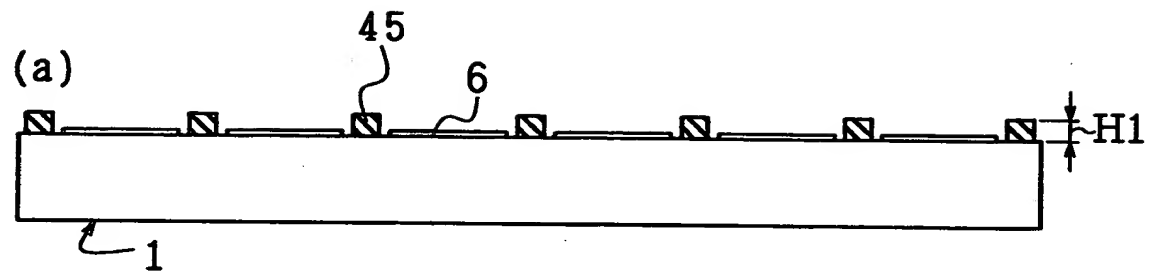
【図 11】



【図 1 2】

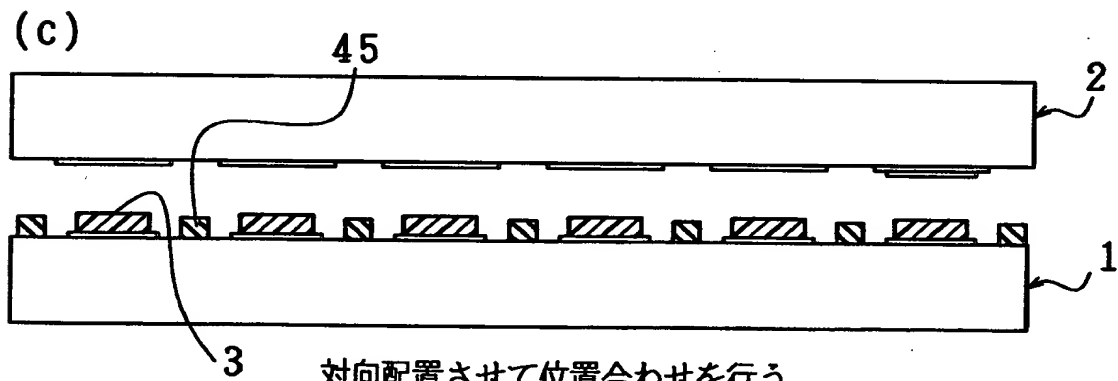


【図 13】

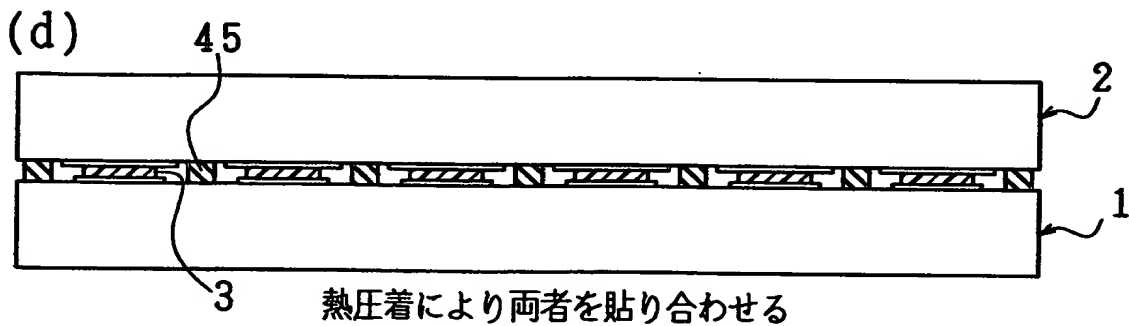


$$\Delta H = H2 - H1$$

つづいて導電接続材をパターン形成する

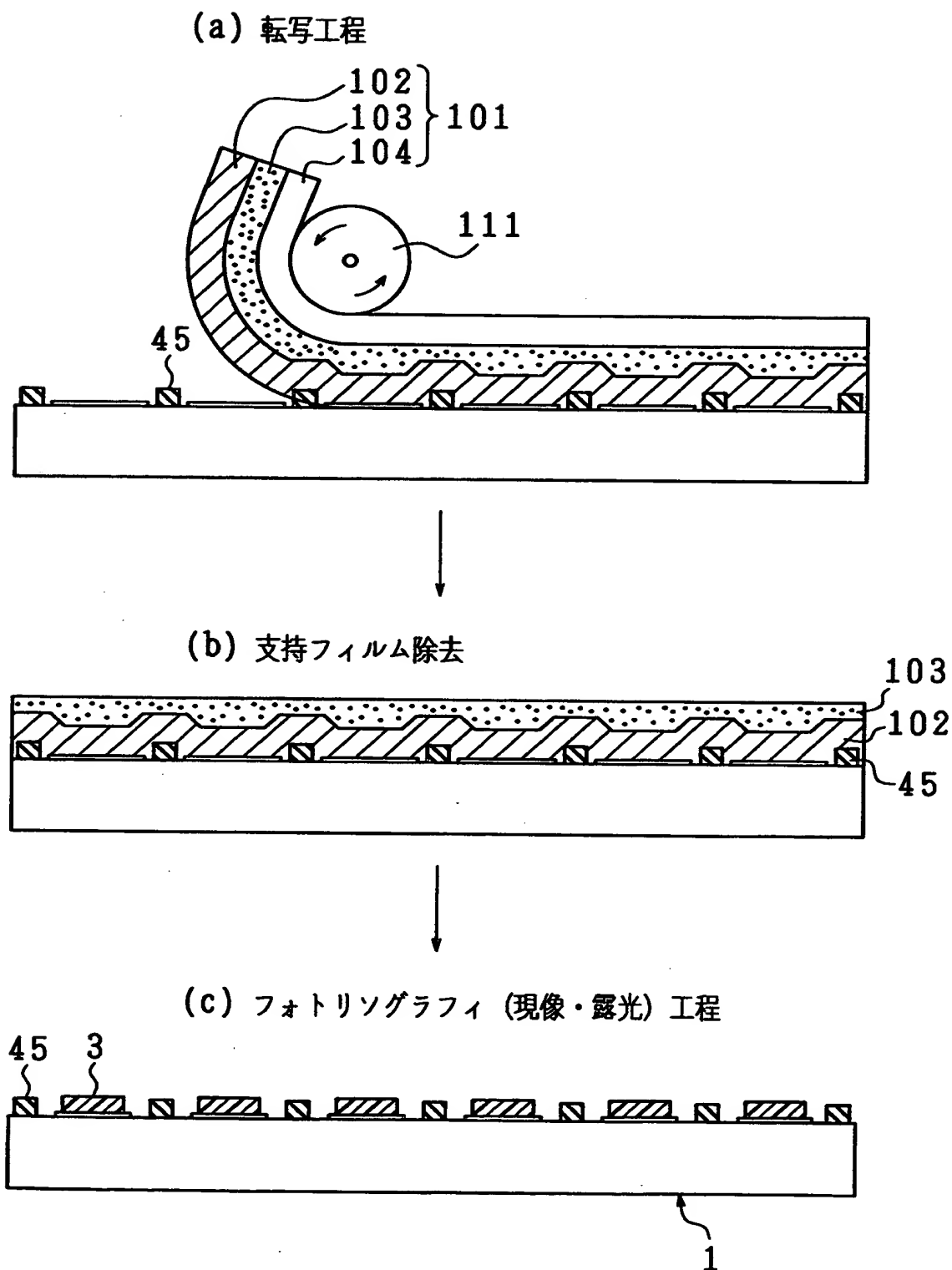


対向配置させて位置合わせを行う

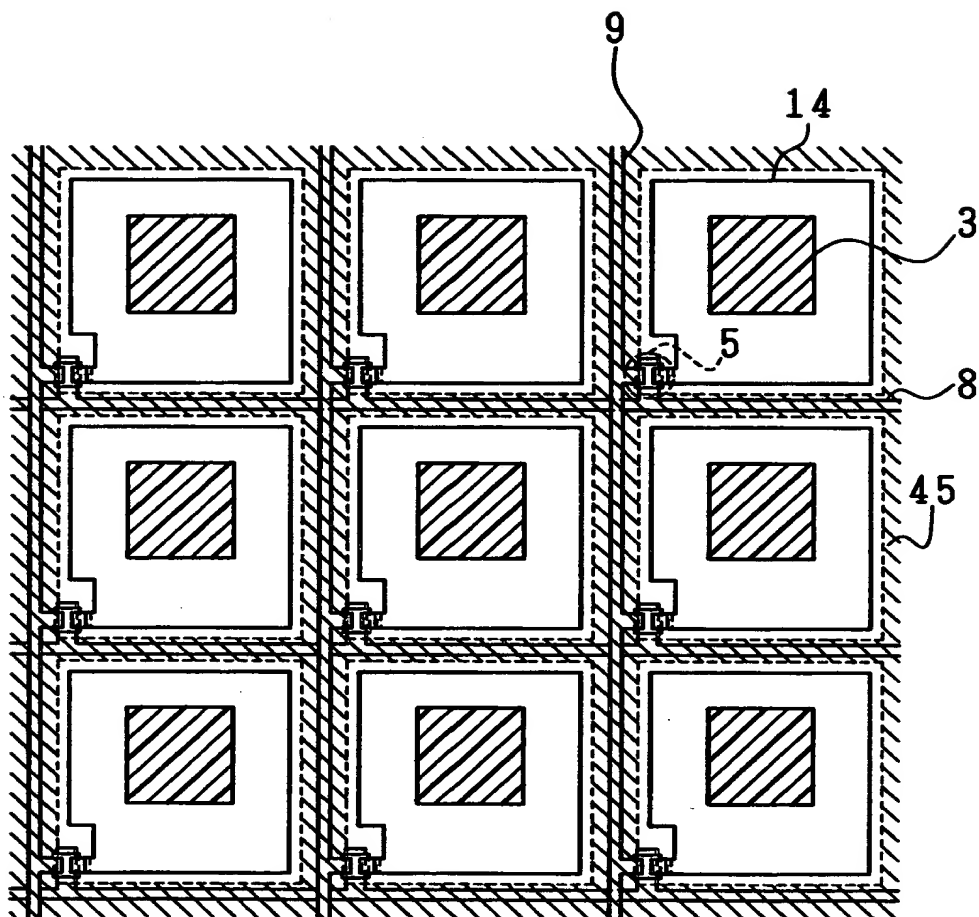


熱圧着により両者を貼り合わせる

【図 1 4】

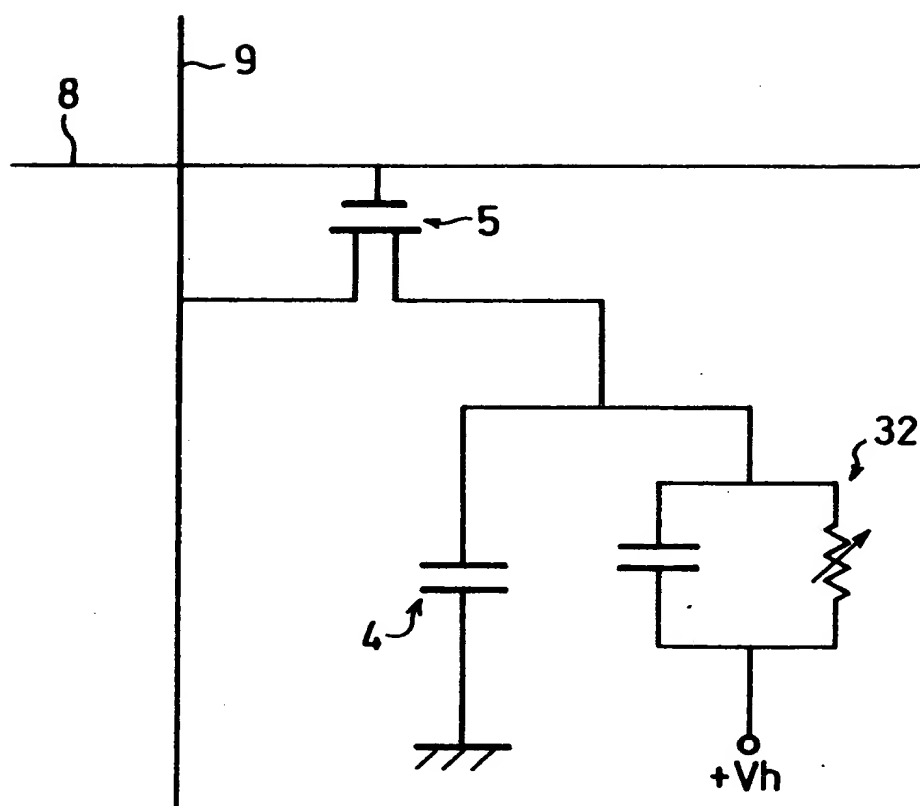


【図 1 5】



(Cs 電極 1 0 は省略)

【図 16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 二次元画像検出器の応答性を改善し、動画像にも対応可能とする。あわせて、基板間隔を面内で均一にするとともに、両基板間の接続不良やリーク不良の発生を抑制する。

【解決手段】 二次元画像検出器は、画素電極 1 4 が形成されたアクティブマトリクス基板 1 と、電荷収集電極 6 が形成された対向基板 2 とが、画素電極 1 4 と電荷収集電極 6 とが対向して接続されるように、各画素ごとに独立して設けられた導電接続材 3 および間隔保持材 4 5 を介して貼り合わされている。さらに、間隔保持材 4 5 の樹脂材料 4 5 a が軟質である場合には、樹脂材料 4 5 a 中に電気絶縁性を有し、熱圧着による変形量の小さい補助材 4 5 b を分散させておくことで、十分な間隔保持力を発揮することができる。

【選択図】 図 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005049]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
氏 名	シャープ株式会社